تخطيط الإنتاج

ومراقبته

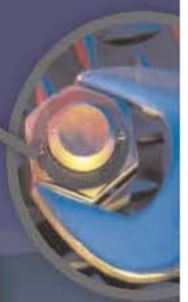


أ.د. محمد ابديوي الحسين









بسم الـلـه الرحمن الرحيم

تخطيط الإنتاج
ومراقبته

بسم الله الرحمن الرحيم

دار المناهج للنشر والتوزيع

الطبعة الثانية

2012 م

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبات والوثائق الوطنية	٢٠٠٤/٥/١٢٢٩
٦٥٨.٥	الحسين، محمد ابديوي تخطيط الإنتاج ومراقبته/ محمد ابديوي الحسين. ط٢. عمان- دار المناهج، 2012 ر.إ: (٢٠٠٤/٥/١٢٢٩). الواصفات:/تخطيط الإنتاج//الإنتاج// مراقبة الإنتاج/
تم إعداد بيانات الفهرسة والتصنيف الأولية من قبل دائرة المكتبة الوطنية	
رقم الإجازة المتسلسل لدى دائرة المطبوعات والنشر	٢٠٠٤/٥/١٢٤٤

(ردمك) ISBN 9957-18-022-3

عمان - الأردن - شارع الملك حسين - بناية الشركة المتحدة للتأمين

هاتف ٤٦٥٠٦٢٤ فاكس (٠٠٩٦٢٦) ٤٦٥٠٦٢٤

ص.ب - ٢١٥٣٠٨ عمان ١١١٢٢ الأردن

تخطيط

الإنتاج ومراقبته

تأليف

أ.د. محمد ابديوي الحسين

دار المناهج للنشر والتوزيع

يارب

(إِيَّاكَ نَعْبُدُ وإِيَّاكَ نَسْتَعِينُ)

المحتويات

الفصل الثاني

تخطيط الإنتاج

الفصل الثالث

جدولة الإنتاج

االفصل الرابع

الرقابة على الإنتاج

الفصل الخامس

إدارة المخزون

الفصل السادس

نظام تخطيط المستلزمات المادية MRP

الفصل السابع

نظام الإنتاج الآني JIT

الفصل الثامن

الرقابة على الجودة

مقدمة

تعد وظيفتا تخطيط الإنتاج ومراقبته من أهم وظائف إدارة الإنتاج والعمليات في أية منظمة، لا بل فهما يمثلان محور وظائف هذه الإدارة، فبعد وضع القرارات الإستراتيجية للنشاط الإنتاجي مثل: اختيار الموقع والترتيب الداخلي له، وتخطيط الطاقة (خطة طويلة المدى) وغيرها، يبدأ قسم أو إدارة تخطيط ومراقبة الإنتاج بوضع خطة مزج وتحويل عناصر ومدخلات العملية الإنتاجية إلى مخرجات، على شكل سلع أو خدمات، تكون موجهة لإشباع حاجات ومتطلبات المستهلك...، آخذة بالحسبان: خطة التسويق والمبيعات، موارد وإمكانات المنظمة، والقيود المفروضة عليها، ساعية إلى استخدام واستغلال أمثل لهذه الموارد، وتحقيق أفضل عائد ممكن...

ومن أجل عرض شامل وموضوعي لنشاط تخطيط الإنتاج ومراقبته، فقد تم تقسيم الكتاب إلى ثمانية فصول:

الفصل الأول بعنوان التنبؤ بالطلب، فمن المعروف أنه لا خطة إنتاجية (بالمفهوم المعاصر) بدون دراسة السوق ورغبات وتفضيلات المستهلكين وبالتالي تقدير حجم الطلب والذي سيعد الأساس الذي تبنى عليه خطة الإنتاج ومراقبته...

أما الفصل الثاني فقد جاء تحت عنوان تخطيط الإنتاج، وتضمن استعراضاً مبسطاً لماهية وأهمية وأنواع وطرق تخطيط الإنتاج وبشكل خاص التخطيط المتوسط الأجل أو ما يسمى بالتخطيط الإجمالي (التجميعي) للإنتاج...

في حين جاء الفصل الثالث وهو بعنوان جدولة الإنتاج مكملاً للفصل الذي سبقه، فالجدولة، كما هو معروف ، هي خطة إنتاجية قصيرة الأجل، تهتم بتحديد بدء ونهاية العمليات ومستلزمات كل عملية... وتم التركيز على الجدولة كنظام له مدخلات ومخرجات وعمليات، وعلى التحميل عبر طرق مختلفة، وعلى التتابع على

مستوى الوحدة الإنتاجية مع شرح وافٍ لأهم الأساليب المستخدمة في تحديد التتابع، وكذلك جدولة الخدمات في المنظمات الخدمية.

أما الفصل الرابع فقد جاء بعنوان الرقابة على الإنتاج وبما يتكامل مع وظيفة تخطيط الإنتاج، إذ لا بد لأي دورة نشاط إنتاجي في أية منظمة من نظام رقابي على الإنتاج، حتى تتأكد إدارة المنظمة من أن تنفيذ خطتها الإنتاجية يسير بشكل طبيعي وحسن...

وقد تضمن هذا الفصل عرضاً لماهية وأهمية وأهداف وخطوات وأنماط الرقابة على الإنتاج، وكذلك للعوامل المؤثرة على وظيفة الرقابة على الإنتاج، والمضامين العملية لها وأدواتها، واستخدامات الحاسوب في الرقابة على الإنتاج.

الفصل الخامس جاء تحت عنوان إدارة المخزون وذلك نظراً للارتباط الوثيق بين نشاط إدارة المخزون وبين تخطيط ورقابة الإنتاج، فتم استعراض مفهوم وأهمية إدارة المخزون، وأنواع ودوافع الاحتفاظ بالمخزون، وأهداف الرقابة على المخزون ونماذجه وأساليبه الكمية المختلفة...

الفصل السادس جاء بعنوان نظام تخطيط المستلزمات المادية MRP، وقد تضمن التعريف بهذا النظام الهام وأهدافه وفوائده وإطاره التنظيمي، من حيث مدخلاته ومخرجاته وعملياته...

أما الفصل السابع فقد جاء بعنوان نظام الإنتاج الآني JIT متضمناً تعريف وأهداف وعناصر نظام الإنتاج الآني، ومستلزمات تطبيقه وأهميته في المنظمات الخدمية...

وقد كان الهدف من الفصلين السادس (MRP) والسابع (JIT) هو إجراء نوع من المقارنة بين هذين النظامين؛ فالأول أمريكي والثاني ياباني، وقد استطاعت

المنظمات التي طبقت أي من هذين النظامين، تحقيق فوائد هامة ونتائج عظيمة في الأداء والإنتاجية...

أما الفصل الأخير فقد جاء تحت عنوان الرقابة على الجودة، لما لهذه الوظيفة من أهمية قصوى خاصة في عالم الأعمال المعاصر، وتم التركيز في هذا الفصل على استخدام الأساليب الإحصائية في الرقابة على الجودة، كونها تمثل أحد أهم أدوات الإدارة في مراقبة الجودة والتحكم بها...

وفي الختام، ونحن إذ نقدم هذا الكتاب، فقد حرصنا أن يكون كتاباً منهجياً في المقام الأول، لطلبتنا في أقسام إدارة الأعمال والإدارة الصناعية، ولذلك تضمن عدداً كبيراً من الأمثلة المحلولة، وكذلك أسئلة وتمارين غير محلولة في نهاية كل فصل...

راجين من زملاءنا الأساتذة والباحثين، وأبناءنا الطلبة، تزويدنا بملاحظاتهم وآرائهم التي نقدرها ونحترمها سلفاً.

وفقنا الـلـه والمسلمين لكل خير

المؤلف

الفصل الأول

التنبؤ بالطلب

1-1 مقدمة:

التنبؤ Forecasting بشكل عام عبارة عن توقع وتقدير لأحداث مستقبلية في ظل ظروف غير مؤكدة Uncertainity.

أما التنبؤ بالطلب Demand Forecasting فهو عبارة عن توقع وتقدير مستوى الطلب على منتوج معين سواء أكان سلعة أم خدمة. والتنبؤ وفق هذا المفهوم ليس عملية تخمين (تقدير الطلب اعتماداً على الخبرة والموهبة) للمستقبل وحسب، بل هو منهج علمي وعملي ومنطقي للوصول إلى استكشاف المستقبل من خلال الوصول إلى تقديرات لأحداث هذا المستقبل على درجة مقبولة من الصوابية والدقة، وباحتمالات خطأ في حدودها الدنيا، وعلى الرغم من تعقد الظروف وتسارع الأحداث في عالم اليوم، مما زاد من صعوبة وتعقيد عمليات التنبؤ، إلا أنه بالمقابل زادت الأدوات والأساليب العلمية المتطورة من طاقات وقدرات القائمين على التنبؤ، وإذا كانت الإدارة على مر العصور مطالبة بالتنبؤ، بحكم البديهية الإدارية أن لا تخطيط بدون تنبؤ، فإن الإدارة المعاصرة مطالبة بدرجة أكبر بالتنبؤ لمستقبلها، بسبب ضبابية الظروف وتغيراتها المتسارعة، وحالة المزاحمة الشديدة، وما نود قوله هنا أن التنبؤ الذي نقصد ليس موجهاً لغايات تخطيط الإنتاج وحده، بل موجهاً لرسم معالم الطريق السليم الذي يجب أن تسلكه المنظمة إن هي أرادت التطور في ميدان نشاطها، أو على الأقل المحافظة على موقعها الحالي في بيئة أعمالها.

من المعلوم أن السبب الأساسي لوجود أية منظمة، هو تقديمها لسلعة أو خدمة للمجتمع، وهذا يعني وجود طلب على منتجها، وهذا الطلب كما هو معروف عرضة

للزيادة أو النقصان تبعاً لعوامل وظروف مختلفة، فإن مدى قدرة إدارة المنظمة على التنبؤ بمستوى هذا الطلب ستكون له آثار هامة على مستقبل المنظمة بشكل عام، وسيمثل الأساس الذي ستبنى عليه خطط وبرامج وقرارات المنظمة سواء في مجال وظيفة الإنتاج أو في غيرها من وظائف المنظمة الأخرى.

والتنبؤ بالطلب لم يعد مقتصراً على محاولات تقدير العوامل الخاضعة للسيطرة أي تلك العوامل التي تتعلق بأنشطة يمكن لإدارة المنظمة التأثير فيها مثل الإعلان والترويج وخدمات ما بعد البيع، وغيرها فقط، بل تتجه المحاولات اليوم لاكتشاف غموض عوامل غير خاضعة للتحكم مثل أذواق المستهلكين، المنافسة، التشريعات الحكومية وغيرها، وذلك من منطلق أن هاتين المجموعتين من العوامل تشكلان معاً البيئة التي تعمل من خلالها المنظمة.

يعتبر الطلب على المنتوج النهائي، وتقدير هذا الطلب مسألة غاية في الأهمية بالنسبة لإدارة الإنتاج/ العمليات، من ناحية أنه يمثل أحد المدخلات Input الهامة لكلاً من؛ تخطيط، تنظيم، ورقابة النشاط الإنتاجي، فتقدير الطلب يعد الأساس في تخطيط وإدارة الطاقة الإنتاجية، الجدولة Scheduling والمستوى التكنولوجي، موقع المشروع، الترتيب الداخلي له، الرقابة سواء على الإنتاج أو على الجودة.

2-1 أهمية التنبؤ بالطلب:

كما أشرنا آنفاً فإن معظم أنشطة إدارة الإنتاج/ العمليات وبالتالي قراراتها تعتمد بدرجة كبيرة على نتائج تقديرات الطلب المتوقع، ولا يهم في ذلك إن كانت المنظمة إنتاجية أم خدمية، وبغض النظر عن نظام الإنتاج المطبق (إنتاج مستمر، إنتاج الطلبيات) كل ذلك له دلالات واضحة على أهمية التنبؤ، بالطلب وضروراته، بالمقابل ثمة عوامل عديدة ساعدت على القيام بالتنبؤ والتوصل إلى تقديرات موضوعية للطلب، والحقيقة

فإن هذه العوامل ما هي إلا مؤشرات على تزايد أهمية التنبؤ بالطلب ومن بين هذه العوامل ما يلي:

1- التقدم المستمر في أساليب وطرق التنبؤ بحيث أصبحت متاحة لحل كثير من المشكلات.

2- زيادة حجم المنظمات، وبالتالي زيادة حجم الأعمال الإدارية وكذلك تعقد الظروف ، جعل من الصعب على الإدارة اتخاذ القرارات بدون الاعتماد على الأساليب التي تساعدها في كشف غموض المستقبل.

3- نظراً لاقتناع الإدارة بمزايا استخدام التنبؤ، وجدواه في العمليات التخطيطية واتخاذ القرارات، هذا دفعها لدعم هذا النشاط وتوفير كل مقومات النجاح له من أفراد مؤهلين، أساليب متطورة وحديثة، نظم معلومات، وغيرها.

4- إن زيادة الإنفاق في مجال البحث والتطوير في المنظمات المعاصرة، جعل من غير الممكن القبول بأي خطأ تقديري ناجم عن التنبؤ، لأن ذلك سيلحق ضرراً بالغاً بالمنظمة.

5- الإمكانات الكبيرة والمتوافرة حالياً في المنظمات مثل الحواسيب، ونظم المعلومات الإدارية وما تحتويه من قواعد للبيانات وأخرى للنماذج Models سهل إلى درجة معقولة من إعداد التنبؤات وبمجهودات ووقت أقل.

1-2-1 التنبؤ بالطلب ووظيفة الإنتاج

لغايات عرض أهم قرارات إدارة الإنتاج والتي تتأثر بأرقام الطلب المتوقع وفقاً للمدى الزمني للتخطيط، قدم ديرفيتسيوتس Dervitsiotis العرض التالي لأهم القرارات الإنتاجية ووفقاً لمدى الزمني لاعتمادها والتي تتوقف كفاءة إعدادها على وجود تنبؤات دقيقة ومناسبة:

أجل التخطيط	القرارات الإنتاجية
الأجل الطويل (2-10) سنة	- نوع المنتجات والخدمات التي يقدمها المشروع - نوع وحجم الأسواق التي يخدمها المشروع - العمليات ومستوى التكنولوجيا الذي يستخدمه المشروع - موقع وحجم المشروع
الأجل المتوسط (1-24) شهراً	- حجم العمالة اللازمة - حجم المخزون اللازم - حجم الاعتماد على الغير في الإنتاج - كمية الوقت الإضافي اللازم للتشغيل
الأجل القصير (1-5) أسبوعاً	- تخصيص الأوامر للتسهيلات الإنتاجية والأفراد - إصدار أوامر التشغيل لمواجهة مواعيد التسليم

من الجدول السابق نلاحظ مدى اعتماد معظم قرارات الإنتاج على توفر تنبؤات بحجم الطلب المتوقع على المنتجات، مما يدعم الاتجاه المتنامي لاستخدام أفضل أساليب التنبؤ كفاءة في أنشطة وظيفة الإنتاج في المنظمة.

2-2-1 أهمية التنبؤ بالطلب لتخطيط ومراقبة الإنتاج

بداية نود الإشارة إلى نظرة جزئية لدى بعض الباحثين وخاصة التسويقيين منهم، وهي أن عملية التنبؤ بالطلب هي من اختصاص إدارة التسويق، ونحن إذ لا ننكر ولا ندحض هذا الاتجاه، إلا أننا نرى من الضروري مشاركة ممثلين لتخطيط الإنتاج ومراقبته في تقدير أرقام الطلب، لأن حجم الطلب المقدر سيكون الأساس في تحديد حجم الإنتاج

المتوقع، وأن من المتعذر القيام بتخطيط ومراقبة الإنتاج دون التنبؤ بالطلب، وباختصار فإن التنبؤ بالطلب يعد المرحلة التمهيدية لتخطيط الإنتاج.

إن أساليب التنبؤ ونتائجها تقدم المعلومات الضرورية للقائمين على تخطيط ومراقبة الإنتاج، والتنبؤ بالطلب له انعكاس واضح ومباشرة على كفاءة القرارات المتعلقة بالإنتاج سواء الاستراتيجية منها أو التشغيلية.

إذ أنه الأساس عند تحديد طاقة المشروع وموقعه، ونظامه الإنتاجي، والمستوى التكنولوجي، وتصميم المنتج، وتخطيط العمليات الإنتاجية وجدولة الإنتاج، والرقابة على الإنتاج والجودة والتكلفة والمواد...

3-1 سمات التنبؤ بالطلب

إن أساليب التنبؤ بالطلب متنوعة وتتدرج من البسيطة حتى المعقدة ومع أنها تختلف عن بعضها البعض، إلا أنها تشترك في الكثير من السمات المشتركة ومن بين هذه السمات ما يلي:

1- إن غالبية أساليب التنبؤ تفترض أن ما حدث في الماضي سيستمر في الحاضر وفي المستقبل.

2- في الغالب تأتي نتائج التنبؤات مختلفة بدرجات متفاوتة عن النتائج الفعلية، ومع أن هذا شيء عادي إلا أنه لا يجب أن يخرج عن مدى الخطأ أو الانحرافات المسموح بها.

3- بشكل عام إن التنبؤ بالطلب لمجموعة سلعية، يميل إلى كونه أكثر دقة من التنبؤ بالطلب على سلعة منفردة، لأن أخطاء التنبؤ بين عناصر المجموعة السلعية يلغي أثر بعضها أثر البعض الآخر؛ فزيادة رقم مبيعات متوقع لسلعة ما داخل المجموعة يلغي أثر النقص في رقم المبيعات المتوقع لسلعة أخرى داخل نفس المجموعة، والتعامل

مع المجموعات السلعية كمجموعة يبرز في حالات معينة منها؛ اشتراكها في احتياجاتها من أجزاء أو مواد خام متماثلة، أو تماثلها في العمليات الفنية المطلوبة للإنتاج.

4- دقة التنبؤ تزداد كلما كانت فترة التنبؤ قصيرة، وتنخفض دقة التنبؤ كلما طالت الفترة التي يغطيها التنبؤ.

5- تعد عملية التنبؤ بالطلب، علم وفن، فهي علم من حيث ارتكازها على المنطق والأسلوب العلمي، وهي فن، لأنها تعتمد على خبرة ومهارة من سيختار أسلوب التنبؤ وبما يناسب ظروف كل موقف بعينه.

4-1 صعوبات عملية التنبؤ بالطلب

ثمة صعوبات وعوامل ومتغيرات تحول دون التطابق التام بين التقديرات المبنية على التنبؤ وبين النتائج الفعلية بالنسبة للطلب، وعلى الرغم من التطور العلمي في مجالات تطوير أساليب التنبؤ، وتوفير الكم الكافي من المعلومات، وازدياد مهارات القائمين على التنبؤ، إلا أنه لا تزال عوامل عديدة تزيد من صعوبة عملية التنبؤ ومن بين هذه العوامل ما يلي:

1- عنصر الزمن:

ويقصد بهذا العامل الفترة الزمنية التي يغطيها التنبؤ، فمن المعروف أن التنبؤ بالطلب لفترات زمنية قصيرة يكون أسهل بكثير منه لفترات زمنية طويلة، وهذا يعود بطبيعة الحال إلى أن احتمال حدوث تغير في الظروف المؤثرة في الطلب يكون محدوداً في الفترات القصيرة، في حين يكون هذا الاحتمال مرتفعاً في الفترات الطويلة.

2- العوامل المؤثرة على الطلب:

قد لا يكون لكل منها وبشكل إفرادي تأثير مباشر على الطلب، ولكن هذه العوامل بفعل تداخلها وتفاعلها تؤدي إلى إحداث الأثر الممكن على الطلب، والحقيقة فإن حصر كافة العوامل المؤثرة في الطلب ليست بالأمر السهل، مما يجعل من الصعب تأطير جميع هذه العوامل في نموذج تنبؤ واحد، حينها تبقى عوامل حرة (غير مؤطرة) وقد لا تكون ذات تأثير مباشر على الطلب ولكن تفاعلها مع العوامل الأخرى يخلق مثل هذا التأثير، إضافة إلى صعوبة القياس الكمي لعوامل أخرى وبالتالي تستبعد من النموذج مما يمثل انحرافاً عن الموضوعية والدقة.

من ناحية أخرى فإن عملية التنبؤ تزداد صعوبة مع زيادة عدد العوامل والمتغيرات المؤثرة في الطلب بالمقابل فإن عملية التنبؤ ودقة النتائج تصبح أيسر عندما يكون هناك عامل واحد يؤثر في الطلب أو مجموعة عوامل قليلة.

وغالباً ما يكون الطلب مرتبط بمجموعة من العوامل مثل السعر، الجودة، الإعلان التغليف والتعبئة، وغيرها.

3- درجة الاستقرار السياسي والاقتصادي والاجتماعي:

فالتنبؤ بالطلب في المجتمعات المستقرة سياسياً واقتصادياً واجتماعياً يكون أسهل منه في المجتمعات غير المستقر[2].

1-5 خطوات إعداد التنبؤ بالطلب

تتم عملية إعداد التنبؤ بالطلب المستقبلي على منتجات المشروع بعدد من الخطوات مرتبة ترتيباً منطقياً وإجرائياً كما يأتي:

1- تحديد الغرض من التنبؤ، ووقت الحاجة إليه، وهذا ما يساعد على توضيح مستوى التفاصيل المطلوبة والمتعلقة بالموارد اللازمة، ومستوى الدقة المطلوبة.

2- تحديد المدة الزمنية التي سيغطيها التنبؤ، آخذين بالاعتبار أن دقة التنبؤ تنخفض كلما زادت الفترة الزمنية.
3- اختبار أسلوب التنبؤ في ضوء الهدف ومستوى الدقة المطلوبة والفترة الزمنية المحددة للتنبؤ.
4- تجميع وتحليل البيانات واستخدامها في التوصل إلى التنبؤ المطلوب.
5- الرقابة على سير عملية التنبؤ للتأكد من أنها تسير بشكل مرضٍ أم لا.

1-6 طرق التنبؤ بالطلب:

بداية لا بد من الإشارة إلى أنه لا توجد وسيلة تنبؤ فعالة في كل الأحوال، وتكون طريقة التنبؤ جيدة إذا حققت الاعتبارات التالية:

الكلفة، الدقة، توفر البيانات التاريخية، الوقت المحدد لجمع البيانات، توفر الأفراد والأدوات المساعدة والموازنة اللازمة للتنبؤ.

تقسم طرق التنبؤ إلى مجموعتين من الطرق:

- الطرق الوصفية.
- الطرق الكمية.

1-6-1 الطرق الوصفية: **Qualitative Techniques**

وهذه تفيد في تقدير حجم الطلب المتوقع للسلع أو الخدمات في عدة حالات منها:

1- عندما يكون تقدير حجم الطلب مطلوباً في وقت قياسي.
2- عدم وجود وقت كاف لجمع البيانات وتحليلها.
3- عدم وجود بيانات حديثة عن السلعة أو الخدمة.
4- عند تقديم سلعة جديدة أو إعادة تصميم سلعة.
5- عند حدوث تغيرات في المجالات السياسية والاقتصادية.

وما يميز هذه الطرق هو اعتمادها بشكل أساسي على خبرة وآراء الأفراد داخل المشروع، ومن بين الطرق النوعية نذكر ما يلي:

1- الرأي الجماعي:

وفي هذه الطريقة يلتقي مجموعة أشخاص من ذوي الخبرة والخلفية العلمية، ويطلب من كل منهم وضع تقديرات لحجم الطلب المتوقع، وبعدها يتم التوصل إلى حجم نهائي متوقع للطلب باحدى طريقتين:

- أخذ متوسط للتقديرات الفردية.
- قيام رئيس المجموعة بمراجعة جميع التقديرات الفردية لأعضاء الجماعة ثم تقدير حجم الطلب المتوقع بناء على خبرته الشخصية.

إن هذه الطريقة مفيدة في التوصل إلى تقدير حجم الطلب المتوقع في وقت قصير، كما تتميز بانخفاض تكلفة القيام بالتنبؤ، وتنمي الروح المعنوية لدى أعضاء الجماعة.

ولكن ما يؤخذ عليها هو صعوبة تحديد المسؤول عن أخطاء تقدير الطلب، وكذلك وجود عنصر التحيز الشخصي في عملية تقدير حجم الطلب.

2- بحوث التسويق: Marketing Researchs

وهنا تقوم المنظمة بوضع التنبؤ بناء على استقصاء آراء المستهلكين حول السلع المراد التنبؤ بشأنها ووفقاً لمنهجية البحث التسويقي المعروفة.

من مزايا هذه الطريقة: حصولها على معلومات حديثة لتقدير الطلب المتوقع، واعتمادها على معلومات من المستهلكين مباشرة مما يعطيها الموضوعية والدقة الجيدة.

أما مساوئها فتتمثل في تكاليفها العالية، والجهد والوقت الكبيرين، واحتمالات تحيز المستهلكين.

3- تقديرات رجال البيع : Salesmen Estimates

في هذه الطريقة يطلب من كل مندوب مبيعات الاتصال المباشر بمراكز البيع في منطقة عمله، وتقدير الطلب على السلعة التي يقوم بتسويقها، على ضوء المبيعات الحالية...

من مزايا هذه الطريقة تقدير حجم الطلب لكل منطقة بيعية، وتحفيز رجال البيع، أما مساوئ هذه الطريقة فتتمثل في عدم وضع تقديرات موضوعية بيعية للمراكز لأسباب مختلفة سواء من قبل رجال البيع أو من قبل مراكز البيع.

4- إجراء الاختبارات السوقية: Marketing Tests

وهنا تقوم المنظمة بعرض السلعة المطلوب تقدير حجم الطلب عليها بكميات محددة في السوق وفي مناطق محددة لغرض دراسة رد فعل المستهلكين ودرجة إقبالهم على السلعة.

من مزايا هذه الطريقة لفت انتباه المستهلكين إلى وجود السلعة، وكذلك معرفة ملاحظات المستهلكين قبل عرض السلعة بكميات تجارية.

أما مساوئ هذه الطريقة فتتمثل في احتمال حدوث رد فعل عكسي لدى بعض المستهلكين تجاه السلعة.

5- طريقة دلفي: Delphi Technique

وفي ظل هذه الطريقة يشترك عدد معين من الخبراء في تقدير الطلب على منتجات المشروع، إذ يقوم كل خبير بإرسال تقديراته للطلب ، وبشكل فردي، ثم يقوم منسق المجموعة بجمعها ومقارنتها وطلب استفسارات إضافية من الخبراء وإعادة إبداء الرأي، حتى التوصل إلى أعلى درجة اتفاق فيما بين الخبراء على تقدير حجم الطلب المتوقع.

من مزايا هذه الطريقة الاستفادة من آراء مجموعة كبيرة من الخبراء، وانخفاض التكاليف بسبب تبادل الآراء عن طريق المراسلة.

أما عيوبها فتتمثل في طول الإجراءات ووقت التنفيذ الطويل، وبذلك فهي تناسب التنبؤات التي تسبق بفترة طويلة اتخاذ القرار.

6- أسلوب لجنة الخبراء: The Experts Panel

وهنا يجتمع مجموعة خبراء (8-12 خبيراً) في مكان واحد لتقدير حجم الطلب المتوقع على السلعة أو الخدمة، ويكون لهذه المجموعة منسقاً يطلب من كل عضو في المجموعة تقديم فكرة رئيسية واحدة، ثم تبدأ مناقشة هذه الأفكار ويمكن حذف أو دمج بعض هذه الأفكار بعدها يجري تصويت سري على الفكرة الرئيسية لتقدير حجم الطلب المتوقع.

ميزة هذه الطريقة هي الاستفادة من آراء مجموعة كبيرة من الخبراء واتخاذ القرار في نهاية الاجتماع أما سلبيتها فتتمثل في ارتفاع التكلفة المادية نتيجة لحضور الخبراء من أماكن مختلفة.

2-6-1 الطرق الكمية: Quantitative Techniques

وهذه الطرق تعتمد على استخدام البيانات المتوفرة عن حجم الطلب خلال الفترات الماضية للاستفادة منها في تقدير حجم الطلب المستقبلي باستخدام الأساليب الإحصائية ومن هذه الأساليب:

1- طريقة المتوسط البسيط: Simple Average Method

في هذه الطريقة يتم احتساب المتوسط الحسابي للطلب خلال فترات ماضية (سنوات، أشهر، أسابيع) ويستخدم المتوسط الناتج، كتقدير لحجم الطلب في الفترات القادمة.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{D=1}^{n} D}{n}$$

حيث:

D تمثل الطلب في الفترات الماضية

n عدد مفردات العينة

مثال(1)

الجدول الآتي يمثل زوار المرضى في إحدى المستشفيات في الأسبوع خلال الفترة الماضية، والمطلوب استخدام طريقة المعدل البسيط في التنبيؤ بحجم الطلب المتوقع.

الأسبوع	الطلب الفعلي D
1	401
2	380
3	411
4	415
5	393
6	375
	2375

$$\frac{2375}{6} = \overline{X} = 395.8 \approx 396$$ زائر

وهذا الرقم يعبر عن الطلب المتوقع في الأسابيع القادمة

2- **طريقة المتوسط المتحرك البسيط : Simple Moving Average**

تستخدم هذه الطريقة للتنبؤ بالطلب في ظل ظواهر تتسم بالتقلبات الحادة خلال فترة زمنية معينة، ويعرف المتوسط المتحرك البسيط كما يلي: "المتوسط الذي يتم تعديله بشكل مستمر مع مرور الفترات الزمنية عن طريق تغيير الأرقام التي يحسب على أساسها، وذلك بإضافة رقم جديد أو حذف رقم جديد" ويتم حسابه كما يلي:

$$SMA_t = \frac{D_{t-1} + D_{t-2} + D_{t-3} + \ldots D_{t-n}}{n}$$

حيث:

SMAt يمثل الطلب المتوقع لفترة (t)

T تمثل الفترة الزمنية

Dt-1 يمثل الطلب الفعلي للفترة السابقة لـ (t)

Dt-2 يمثل الطلب الفعلي للفترة السابقة لـ (t-1) وهكذا

N تمثل عدد الفترات الزمنية التي يحسب على أساسها المتوسط المتحرك.

و n تأخذ رقماً كبيراً إذا كان التقلبات في الأرقام صغيرة والعكس بالعكس.

مع ملاحظة أن استخدام المعلومات عن الفترات الزمنية السابقة يرتبط بتكرار التقلبات في الطلب، فإذا كانت التقلبات تتكرر كل ستة أشهر فيفضل استخدام معلومات لستة أشهر، وإذا كانت التقلبات تتكرر كل سنة فيفضل استخدام معلومات لاثنى عشر شهراً أو لأربع أرباع السنة.

مثال (2)

إذا توفرت لديك المعلومات التالية عن الطلب الشهري خلال ستة أشهر والمطلوب احتساب المتوسط المتحرك البسيط لثلاث أشهر (فترات)

الشهر	الطلب الشهري بالوحدة	مجموع الطلب خلال ثلاثة أشهر سابقة	المعدل لثلاثة أشهر
1	150		
2	180		
3	160	3 ÷ 490	163.33 =
4	200	3 ÷ 540	180 =
5	170	3 ÷ 530	176.67 =
6	220	3 ÷ 590	196.67 =

3- طريقة المتوسط المتحرك الموزون : Weighted Moving Average

في هذه الطريقة يقوم المقدر بإعطاء أوزان نسبية إلى الأرقام التاريخية تعكس أهمية الفترات التي تعبر عنها، وعلى أساس ذلك يتم تقدير الطلب في الفترات القادمة وفي الغالب يتم إعطاء أوزان أكبر للفترات التاريخية القريبة.

يتم حساب المتوسط المتحرك الموزون كما يلي:

$$WMA_{t} = \sum W_{t-1} D_{t-} + W_{t-2} D_{t-2} + \dots + W_{t-n} D_{t-2}$$

حيث:

WMA_t تمثل الطلب المتوقع للفترة (t)

t تمثل الفترة الزمنية

W_{t-1} الوزن النسبي المعطى للفترة (t-1) وهكذا... ويتم تحديدها على أساس الخبرة حيث

$$\sum_{t=1}^{n} W_t = 1 \ , \ 1 \geq Wt\text{-}1 \geq 0$$

D_{t-1} تمثل الطلب الفعلي للفترة (t-1) وهكذا

n تمثل عدد الفترات الزمنية التي يحسب على أساسها المتوسط المتحرك الموزون.

مثال (3):

بافتراض الأوزان النسبية التالية:

الوزن للفترة الثالثة (الشهر الثالث) = 0.5

الوزن للفترة الثانية (الشهر الثاني) = 0.333

الوزن للفترة الأولى (الشهر الأول)= 0.167

احسب المتوسط المتحرك الموزون من المثال رقم (2)

الشهر	الطلب بالوحدة	المتوسط المتحرك الموزون
1	150	158.33 = (0.50) 160 + (0.333) 180 + (0.167) 150
2	180	183.34 = (0.50) 200 + (0.333) 160 + (0.167) 180
3	160	178.32 = (0.50) 170 + (0.333) 200 + (0.167) 160
4	200	200.01 = (0.50) 220 + (0.333) 170 + 0.167) 200
5	170	
6	220	

4- الطريقة الأسية: Exponential Smoothing

هذه الطريقة بعكس الطرق السابقة لا تحتاج إلى معلومات كثيرة، فهي تحتاج إلى ثلاث معلومات هي: آخر طلب فعلي، آخر طلب متوقع، معامل التسوية، ويتم حساب الطلب المتوقع بهذه الطريقة باستخدام المعادلة الآتية:

$$ES_t = CE_{t-1} + (1-C)\ D_{t-1}$$

حيث:

ES_t تمثل الطلب المتوقع للفترة (t)

t تمثل الفترة الزمنية

E_{t-1} تمثل الطلب الفعلي للفترة السابقة لـ (t)

D_{t-1} تمثل الطلب المتوقع للفترة السابقة لـ (t)

C تمثل معامل التسوية ويتراوح $0 \geq C \leq 1$ ويحدد بناء على الخبرة...

مثال (4)

أحد باعة الثلاجات توقع في شهر نيسان (ابريل) أن تكون مبيعاته في شهر ايار (مارس) 180 ثلاجة، افترض أن الطلب الفعلي كان (200) ثلاجة، وافترض قيمة (C) تساوي (0.30) ما هو الطلب المتوقع في شهر حزيران (يونيه).

الحل:

$$Est = C\ (E_{t-1}) + (1-c)\ (D_{t-1})$$

ثلاجة $= 0.30\ (200) + (0.70)\ (180) = 60 + 126 = 186$

وهو الطلب المتوقع في شهر حزيران.

5- طريقة إدخال أثر الاتجاه عند تقدير حجم الطلب:

Tend A djustment

تقوم هذه الطريقة بخلاف الطرق السابقة، بإدخال أثر الاتجاه عند تقدير حجم الطلب وتعرف بطريقة التمهيد مرتين لأرقام الطلب. Trend Adjusted Exponential Smoothing.

وهذه الطريقة تقوم بتعديل رقم الطلب الذي نتج باستخدام الطريقة الأسية لكي يتم إدخال أثر الاتجاه في عملية التنبؤ، وهذا يعني أن نستخرج أرقام المتوسطات باستخدام الطريقة الأسية (متوسطات ممهدة لمرة واحدة) ثم استخدام الطريقة الأسية مرة أخرى للحصول على أرقام جديدة (متوسطات ممهدة لمرتين) تمكن من تقدير أثر الاتجاه...

6- طريقة الاتجاه العام:

تفترض هذه الطريقة أن الاتجاه العام للطلب خلال الفترات السابقة سيستمر في الفترات القادمة، وهذه الطريقة تعتمد على استخدام العلاقة الخطية البسيطة، أي العلاقة بين متغيرين أحدهما مستقل والآخر تابع، والمتغير المستقل هنا هو الزمن، بينما المتغير التابع فهو الطلب.

وهناك مدخلين لمعاجلة طريقة الاتجاه العام:

المدخل البياني، المدخل الإحصائي.

أولاً: المدخل البياني

ويتم استخدام طريقتين في ظل هذا المدخل وهما:

1- طريقة التمهيد باليد:

يتم تطبيق هذه الطريقة باتباع الخطوات التالية:

- الحصول على أرقام الطلب الفعلية عن عدة فترات زمنية سابقة.
- تصوير أرقام الطلب الفعلية للسنوات السابقة على الرسم البياني، ثم تمهيد Smoothing الخط الذي يبين هذه العلاقة باليد .

2- طريقة المتوسطات المتحركة:

تقوم هذه الطريقة بأخذ متوسطات القيم خلال عدة فترات (3 أو 4) فترات ونعد هذا المتوسط كأنه قيمة الظاهرة في منتصف هذه المدة، ثم نأخذ فترة أخرى من أسفل السلسلة بأن نستبعد أول قيمة في الفترة السابقة ونضيف قيمة جديدة إلى تلك الفترة ونحسب المتوسط فيصبح لدينا قيماً ليس فيها أثر للتغيرات العرضية قصيرة الأجل أي خالية من الذبذبات العنيفة التي قد تكون في القيم الأصلية ثم نقوم برسم السلسلة الزمنية من واقع المتوسطات المتحركة فنحصل على خط بياني ممهد تقريباً وبذلك يكون من السهل تحديد اتجاهه العام وحساب ميله.

ومما يؤخذ على هذه الطريقة هو أنها تتطلب استنتاج طول فترة الأساس وهي مسألة تقديرية، كما أنها تؤدي إلى إبعاد بعض السنوات من أول السلسلة ومن آخرها.

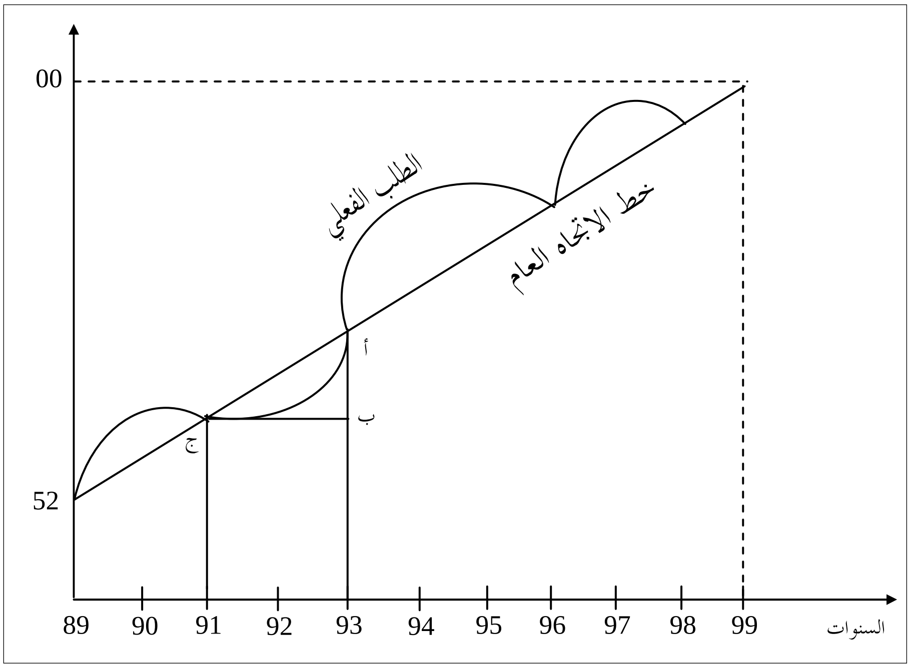
مثال (5):

وفيما يلي بيان عن كميات الطلب الفعلية خلال (11) سنة ومن عام 1989 وحتى 1999 والمطلوب تقدير حجم الطلب لعام 2000 وفق طريقتي:

1- التمهيد باليد.

2- المتوسطات المتحركة.

السنة	الطلب الفعلي	المتوسطات المتحركة (3 سنوات)
1989	1352	-
1990	1456	1446
1991	1530	1542
1992	1639	1651
1993	1785	1788
1994	1940	1915
1995	2019	2062
1996	2227	2169
1997	2260	2310
1998	2442	2449
1999	2646	-



تم حساب كمية الطلب لعام 2000 بمد خط الاتجاه العام ومن ثم إقامة عمود من عام 2000 لتقابل خط الاتجاه العام ومن ثم يتم إسقاطها على المحور العمودي والذي يمثل الكميات ليكون حجم الطلب المتوقع (2700) وحدة.

طريقة المتوسطات المتحركة (3 فترات) فقد تم حساب المتوسطات المتحركة كما يشير العمود رقم (3) في الجدول السابق، ثم نقوم بتمثيلها على الرسم البياني، ويتم اتباع نفس الطريقة السابقة في إيجاد حجم الطلب المتوقع.

ثانياً: المدخل الإحصائي

1. طريقة المربعات الصغرى:

تستخدم في طريقة المربعات الصغرى ، العلاقة الخطية البسيطة التالية

$$y_t = a + bx$$

حيث:

yt تمثل الطلب على السلعة خلال الفترة (t) : المتغير التابع

a تمثل الحد الأدنى للطلب على السلعة والذي لا يرتبط بعنصر الوقت، أي أن قيمة (yt) هي كمية الطلب (y) عندما تكون: t=0

b تمثل ميل خط الاتجاه العام، أي ظل الزاوية التي يصنعها الخط مع الاتجاه الموجب لمحور الزمن، وهو قد يكون ميل موجب (+)، ويعني زيادة المبيعات مع الزمن، أو ميل سالب (-) أي انخفاض رقم المبيعات مع مرور الزمن.

X تمثل ترتيب الفترة الزمنية المطلوبة في السلسلة الزمنية (متغير مستقل)

ويتم حساب المعاملين (a و b) من خلال حل جملة المعادلتين الآتيتين:

$$\sum y = na + b\sum x \qquad (1)$$

$$\sum xy = a\sum + b\sum x^2 \qquad (2)$$

أو بحساب قيمة b, a من العلاقتين التاليتين:

$$b = \frac{\sum xy - n\,\bar{x}\,\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2}$$

$a = \overline{y} - b\overline{x}$

مثال (6):

من إحدى الشركات الصناعية توفرت البيانات الآتية عن الطلب على منتجاتها بين عامي 1992-2000 بالأطنان.

السنة	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
الطلب	17	16	16	21	20	20	23	25	24

المطلوب التنبؤ بالطلب لعام 2001 ولعام 2002

الحل:

السنة	(x)	الطلب (y)	X^2	Xy
1992	0	17	0	0
1993	1	16	1	16
1994	2	16	4	32
1995	3	21	9	63
1996	4	20	16	80
1997	5	20	25	100
1998	6	23	36	138
1999	7	25	49	175
2000	8	24	64	192
	36	182	204	796

$$\overline{x} = \frac{36}{9} = 4 \rightarrow \overline{x}^2 = 16$$

$$\overline{y} = \frac{182}{9} = 20.22$$

$$b = \frac{796 - 9\,(4 \times 20.22)}{204 - 9(16)} = \frac{796 - 727.99}{60} = \frac{68}{60} = 1.133$$

a= 20.22 – 1.133 (4) = 20.22-4.533=15.69

$y= 15.69 + 1.133(x)$

الطلب في عام 2001 $15.69 + 1.133\ (10) = 27.02$ طن

الطلب في عام 2002 $15.69 + 1.133\ (11) = 28.163$

2. تحليل الانحدار: Regression Analysis

عند استخدام أسلوب تحليل الانحدار عادة ما تؤخذ بالاعتبار متغيرات عدة ترتبط أو تؤثر على المتغير المتنبأ به، فالطلب على المنتجات (وكما هو معروف) يتأثر بالسعر، معدل التزايد السكاني، الدخل القومي، معدل النمو الاقتصادي، ميزانية الإعلان، استراتيجية الترويج، وغيرها.

والطلب هنا هو المتغير التابع Dependent بينما تعد المتغيرات الأخرى بالمستقلة Independent ، وتحليل الانحدار يساعد في التوصل إلى معرفة قوة العلاقة الإحصائية بين الطلب وبين المتغيرات المستقلة، ومن أنواع تحليل الانحدار:

أ- تحليل الانحدار البسيط Simple Regression Analysis أو ما يسمى بتحليل الانحدار الخطي Linear، فمع هذا التحليل تستخدم نفس العلاقات أو الصيغ الرياضية في طريقة المربعات الصغرى، ولكن هنا لا يؤخذ عامل الزمن كعامل مستقل، بل يؤخذ عامل آخر من العوامل المستقلة...

وبذلك فإن المطلوب لهذا التحليل، التنبؤ بقيم العامل المستقل ومن ثم التنبؤ بحجم الطلب على الإنتاج (العامل التابع)، وهي مهمة ليست بالسهلة، ويستخدم مع تحليل الانحدار الخطي معامل يدعى معامل الارتباط Correlation Coefficient وهو يستخدم لتقييم درجة أو قوة العلاقة بين المتغيرين (العاملين) التابع والمستقل ويتم احتساب هذا المعامل من الصيغة الرياضية التالية:

$$R= \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2]\ [n\sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

وعادة ما تتراوح قيمة هذا المعامل بين الواحد السالب والواحد الموجب أي

$$-1 < R < 1$$

وهناك مقياس آخر يسمى معامل التحديد Determination Coefficient وهو يساوي مربع معامل الارتباط أي ان معامل التحديد (ح) = $(r)^2$ ، وقيمة معامل التحديد تكون موجبة دائماً وتتراوح بين الصفر والواحد، كما أن معامل التحديد يعبر عن نسبة التغير في المتغير المستقل الذي يفسر التغير في المتغير التابع.

مثال (7):

من شركة العامر لصناعة الأدوات المنزلية توفرت البيانات التالية عن الطلب على منتجاتها ومصروفات الدعاية وعلى مدى الستة شهور الأولى من عام 2000

الشهر	1	2	3	4	5	6
الطلب (ألف وحدة)	20	16	14	17	18	13
مصروفات الدعاية (بالألف)	2	1.5	1.2	1	1.2	1.5

المطلوب:

1- حساب الطلب المتوقع في الشهر السابع من ذات العام إذا علمت أن مصروفات الدعاية ستكون (1.5) ألف.

2- حساب معامل الارتباط.

3- حساب معامل التحديد.

الحل:

الشهر	الطلب بالألف وحدة (y)	مصروفات الدعاية (بالألف) (x)	xy	X^2	y^2
1	20	2	40	4	400
2	16	1.5	24	2.25	256
3	14	1.2	16.8	1.44	196
4	17	1	17	1	289
5	18	1.2	21.6	1.44	324
6	13	1.5	19.5	2.25	169
المجموع	98	8.4	138.9	12.38	1634

$$\bar{x} = \frac{8.4}{6} = 1.4 \Rightarrow (\bar{x})^2 = 1.96$$

$$\bar{y} = \frac{98}{6} = 16.33$$

$$b = \frac{\sum xy - n\,\bar{x}\,\bar{y}}{\sum x^2 - n\,\bar{x}^{\,2}} = \frac{[138.9 - (6(1.4)\,(16.33))]}{12.38 - 6\,(1.96)^2} = 0.162$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = 16.33 + 0.162\ (1.4) = 16.56$$

وبالتالي تصبح معادلة الخط المستقيم $y = 16.56 - 0.162\ (x)$

ولما كان (x) يمثل مصروفات الدعاية للشهر السابع ويساوي (1.5) فإن قيمة y أي الطلب تصبح:

$y = 16.56 - 0.162\ (1.5) = 16.317$ ألف وحدة

أما قيمة معامل الارتباط (R)فتساوي

$$R = \frac{[6(138.9)] - [(8.4)(98)]}{\sqrt{[(6(12.38)) - (8.4)^2][(6(1634) - (98)]^2}} = 0.374$$

بينما قيمة معامل التحديد (D) فتساوي

$$D=(R)^2= (0.374)^2 = 0.139876$$

ب- تحليل الانحدار المتعدد: Multiple Regression Analysis

وفي هذا التحليل يتم أخذ أكثر من متغير مستقل في الاعتبار وفي آن واحد لبيان قوة علاقتها مجتمعة مع المتغير التابع وهو الطلب، وفي أغلب الأحيان يستخدم الحاسوب في إيجاد قيمة الانحدار المتعدد بسبب صعوبة عملياته الحسابية يدوياً، والصيغة العامة لهذا التحليل هي:

$$y= a+b_1 x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n$$

حيث يرمز المتغير (×) إلى المتغيرات أو العوامل المستقلة من 1، 2، ...، n

مثال (8):

على فرض أنه في شركة العامر (المثال السابق) تم احتساب القيم الآتية:

$$a = 5,\ b_1= 0.75,\ b_2= 1.5,\ b_3=2$$

وبافتراض أن الشركة ترغب بالتنبؤ بالطلب على منتجاتها للفترة القادمة، وذلك عن طريق أخذ ثلاثة متغيرات مستقلة بالحسبان وهي:

معدل الدخل ولنفرض أنه سيبلغ 20000 وهو ما يقابل المتغير المستقل الأول (x_1)

معدل التزايد السكاني ولنفرض أنه سيبلغ (3.5%) ويقابل (x_2).

معدل النمو الاقتصادي ولنفرض أنه سيبلغ (5%) ويقابل (x_3).

المطلوب حساب قيمة الانحدار المتعدد.

$$y = 5 + [(0.75)\ (20000)] + [(1.5)\ (0.035)]+ [(2)\ (0.05)]$$

$$y= 5 + (15000) + (0.0525) + (0.1) = 15000.152$$ وحدة

حجم الطلب للفترة القادمة.

7-1 أخطاء التنبؤ: ***Foracasting Errors***

من النادر التوصل إلى التنبؤ الدقيق Perfect Forecasting بأرقام الطلب، لأنـه في الغالـب لا تأتي أرقام الطلب الفعلية مطابقة تماماً لأرقام الطلب المقـدرة عـلى أسـاس التنبـؤ، فمـن جهـة لا توجد طريقة دقيقة مثلى للتنبؤ، ومن جهة أخرى، فكلما طالت فترة التنبؤ كلما زادت احـتمالات الخطأ، فالعوامل التي تؤثر في الطلب كثيرة ومتشابكة مما يجعل من الصعب تأطيرهـا في نمـوذج تنبؤ، إضافة إلى صعوبة تحديد الآثار المتوقعة لكل منها.

وأخطاء التنبؤ يمكن تحديدها من خلال:

الفرق بين أرقام الطلـب الفعليـة، وأرقـام الطلـب المقـدرة والأخطـاء هـي نوعـان: أخطـاء عشوائية، وأخطاء سببية:

1- الأخطاء العشوائية: Random Errors

وهي الأخطاء التي لا يمكن تفسيرها أو تحديد أسبابها، ولا يمكن لنموذج التنبـؤ المـستخدم توقعها أو تقديرها بشكل مسبق، وتكون نتائج هذه الأخطاء عبارة عن تناوب عشوائي (زيادة أو نقصان) بين أرقام الطلب الفعلي وأرقام الطلب المقدر خلال فترة التنبؤ.

2- الأخطاء السببية: Causal Errors

وتتجسد هذه الأخطاء في أن أرقـام الطلـب الفعليـة تكـون دائمـاً أعـلى مـن أرقـام الطلـب المقدرة، أو تكون دائماً أقل منها، وهذه الأخطاء لها أسباب كثيرة تتعلق سواء بالمستخدم لنموذج التنبؤ نفسه، أو بالنموذج مثل إهمال متغير ما، أو استخدام خط اتجاه غير صحيح. أو اسـتخدام بيانات غير دقيقة وغيرها.

وبغـض النظـر عـن نـوع الخطـأ في التنبـؤ، فهـو أمـر غـير مرغـوب بـه، ويجـب إزالتـه أو عـلى الأقـل تقليلـه، وخاصـة الأخطـاء الـسببية، ثمـة أسـاليب أو مقـاييس تتبعهـا المـنظمات

لقياس مقدار الخطأ المصاحب لنموذج التنبؤ المستخدم، مما يكشف فعالية وكفاءة كل نموذج من نماذج التنبؤ، ومن بين مقاييس أخطاء التنبؤ نذكر: متوسط مربع الخطأ، متوسط الخطأ المطلق، إشارة الانتباه.

وسنقدم فيما يأتي شرحاً مبسطاً لكل من هذه المقاييس.

1-7-1 مقاييس أخطاء التنبؤ:

1- متوسط مربع الخطأ: Mean Squared Error: MSE

ويحتسب بواسطة العلاقة التالية:

$$\text{متوسط مربع الخطأ} = \frac{\text{مجموع مربعات الأخطاء}}{\text{عدد الفترات - 1}} \qquad (1)$$

2- متوسط الخطأ المطلق : Mean Absolute Deviation: MAD

ويتم حساب هذا المتوسط وفقاً لما يلي:

$$\text{متوسط الخطأ المطلق} = \frac{\text{مج}\,|\text{ح ت}|}{\text{ن}} \qquad (2)$$

حيث: ح ت تمثل الفرق بين رقم الطلب الفعلي ورقم الطلب المتوقع خلال الفترة (ت)

| | تشير إلى أن القيم الواجب جمعها هي القيمة المطلقة (أي إهمال الإشارة)

ن تمثل عدد المفردات المستخدمة

وكلما قل متوسط الخطأ المطلق الناتج عن نموذج التنبؤ، كان هذا النموذج جيدا، بالمقابل كلما زاد متوسط الخطأ المطلق، كلما دل على ضعف وعدم كفاءة نموذج التنبؤ.

3- إشارة الانتباه: Tracking Signal

وهو مقياس يستخدم للحكم على سلامة التنبؤ لكل فترة زمنية ويتم قياس هذه الإشارة كما يلي:

$$\text{إشارة الانتباه} = \frac{\text{أخطاء التنبؤ}}{\text{متوسط الخطأ المطلق}} \quad (3)$$

ويتم حساب أخطاء التنبؤ لكل فترة على حدة، أما متوسط الخطأ المطلق فيتم حسابه وفقاً للعلاقة رقم (2) السابقة:

وتكون قيمة إشارة الانتباه موجبة أو سالبة تبعاً لإشارة خطأ التنبؤ، ويفضل أن تكون قيمة الإشارة مساوية للصفر، لأن ذلك سيعني أن أخطاء التنبؤ تساوي الصفر، وتتراوح قيمة إشارة الانتباه بين 4+ و 4− أي:

4 + ≤ قيمة إشارة الانتباه ≤4-

مثال: (9)

في ظل توفر البيانات التالية في نهاية فترة التنبؤ:

الفترة	1	2	3	4	5	6
الطلب الفعلي	19	17	18	15	17	18
الطلب المقدر	20	18.5	18.25	18.13	17.1	17.05

احسب : متوسط مربع الخطأ، متوسط الخطأ المطلق، وقيمة إشارة الانتباه.

الحل:

الفترة	الطلب الفعلي (1)	الطلب المقدر (2)	الخطأ= (1)-(2)	|خ|	مربع الخطأ (خ)ح	إشارة الانتباه
1	19	20	-1	1	1	-1.012
2	17	18.5	-1.5	1.5	2.25	-1.518
3	18	18.25	-0.25	0.25	0.0625	-0.253
4	15	18.13	-3.13	3.13	9.7696	-3.168
5	17	17.1	-0.1	0.1	0.01	-0.101
6	18	17.05	-0.95	0.95	0.9025	-0.062
				5.93	14.0219	5.09

- متوسط مربع الخطأ = $\frac{14.0219}{5} = 2.8$
- متوسط الخطأ المطلق (MAD)= $\frac{5.93}{6} = 0.988$
- قيمة إشارة الانتباه للفترة الأولى = $\frac{-1}{0.988} = -1.012$
- قيمة إشارة الانتباه للفترة الثانية= $\frac{-1.5}{0.988} = -1.518$
- قيمة إشارة الانتباه للفترة الثالثة= $\frac{-0.25}{0.988} = -0.253$

وهكذا بالنسبة لبقية الفترات وكما هو موضع في العمود الأخير من الجدول أعلاه.

مثال (10):

في ظل توفر البيانات التالية من أخطاء التنبؤ الناتجة من استخدام خمسة طرق من طـرق التنبؤ.

الفترة	الطلب (1)	طريقة المعدل البسيط	طريقة المتوسط المتحرك	طريقة المتوسط المرجح	الطريقة الأسية	طريقة الاتجاه العام
1	415	17.7	17.7	11.2	22.4	4
2	393	8.75	9	17.7	1.8	21.2
3	375	25	31.3	24.2	19.7	23.04
4	410	14.2	15.7	27.4	17.27	33.75
المجموع		65.65	73.7	80.5	61.17	81.99

المطلوب إيجاد متوسط الخطأ المطلق لكل من هذه الطرق، وبيان أي من هذه الطرق المستخدمة في التنبؤ هي الأفضل.

الحل: متوسط الخطأ المطلق لطريقة المتوسط البسيط = $\frac{65.65}{4}$ = 16.14

متوسط الخطأ المطلق لطريقة المتوسط المتحرك = $\frac{73.7}{4}$ = 18.43

متوسط الخطأ المطلق لطريقة المتوسط الموزون (المرجح)= $\frac{80.5}{4}$ = 20.13

متوسط الخطأ للطريقة الأسية = $\frac{61.17}{4}$ = 15.29

متوسط الخطأ المطلق لطريقة الاتجاه العام = $\frac{81.99}{4}$ = 20.50

وهكذا يتضح أن الطريقة الأسية هي الأفضل بين الطرق الخمسة لأن متوسط الخطأ المطلق فيها هو الأقل.

2-7-1 استخدامات متوسط الخطأ المطلق (MAD):

1- المقارنة بين نتائج التنبؤ لكل طريقة من طرق التنبؤ المعروفة واختيار أفضل هذه الطرق، والطريقة الأفضل للتنبؤ هي التي يكون متوسط الخطأ المطلق فيها هو الأقل.

2- المقارنة بين أكثر من قيمة للمتغير (n) والذي يشير إلى عدد الفترات التي يتم بموجبها حساب المتوسط المتحرك، واختيار أفضل قيمة للمتغير (n)، وتكون أفضل قيمة لـ (n) هي تلك المقابلة لأقل قيمة لمتوسط الخطأ المطلق.

3- المقارنة بين أكثر من قيمة للمتغير (C أي معامل التسوية) عند استخدام الطريقة الأسية وتكون أفضل قيمة لـ (C) هي تلك التي تؤدي إلى أقل قيمة لمتوسط الخطأ المطلق.

4- عمل حدود تقديرية لأرقام الطلب، أي أنه يساعد في وضع حدود معينة لتقديرات الطلب، ويحسب نوع التوزيع الإحصائي الذي يخضع له رقم الطلب، فإذا كان التوزيع الإحصائي هو التوزيع الطبيعي Normal Distribution فإن رقم الطلب المقدر باستخدام أي من طرق التنبؤ هو بمثابة متوسط الطلب، أما الطلب الحقيقي لتلك الفترة فقد يقع على يمين أو على يسار هذا الرقم، ولتحديد قيم حدود التقدير Interval-estimation ، يجب تحديد درجة الثقة المرغوبة Confidence Level.

أسئلة وتمارين

1- أوضح ماهية التنبؤ، والتنبؤ بالطلب، ولماذا ازدادت أهمية التنبؤ بالطلب في الظروف الراهنة.

2- لماذا يعد التنبؤ بالطلب هاماً لوظيفة تخطيط الإنتاج ومراقبته؟

3- ناقش أهم الصعوبات التي قد تواجه عملية التنبؤ بالطلب؟

4- ناقش مفصلاً خطوات إعداد التنبؤ بالطلب.

5- إن طرق التنبؤ بالطلب الوصفية هي هامة وتستخدم في حالات معينة.. أذكر أنواع هذه الطرق... واشرح الحالات التي تستخدم فيها...

6- بنك المشرق العربي يريد التوصل إلى تقدير حجم الطلب الشهري على الخدمة المصرفية لأحد فروعه على أساس ربع السنة (أي لثلاثة أشهر) وكانت البيانات المتوفرة عن حجم الطلب على مدى اثنا عشر شهراً كما يلي:

الشهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
الطلب الشهري (عدد الزبائن)	200	180	160	225	190	170	150	175	230	190	140	180

المطلوب : استخدام طريقة المتوسط المتحرك البسيط في تقدير الطلب

7- وكيل بيع الدراجات الهوائية، توقع في شهر أيار (مايو) أن تكون مبيعاته في شهر حزيران (يونيه) 200 دراجة، وبافتراض أن الطلب الفعلي قد بلغ (220) دراجة، وبافتراض معامل التسوية (C=0.25)، ما هو الطلب المتوقع في شهر تموز (يوليه)

-8 من شركة الجزيرة لصناعة المعكرونة توفرت البيانات الآتية عن الطلب الفعلي على منتجاتها بين أعوام 1993-1999.

السنة	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
الطلب الفعلي (مئات الوحدات)	200	210	180	175	190	200	160

المطلوب: تقدير حجم الطلب لعام 2000 بطريقة:

- التمهيد باليد.
- المتوسطات المتحركة.
- طريقة المربعات الصغرى.

-9 من شركة الحسين لصناعة ألعاب الأطفال الإلكترونية توفرت البيانات التالية عن الطلب على منتجاتها (متغير تابع) وكذلك عن متوسط الدخل الفردي في الشهر (متغير مستقل) على مدى الخمسة أشهر الأخيرة من عام 2000:

الشهر	8	9	10	11	12
الطلب بمئات الوحدات	12	10	8	11	14
الدخل بمئات الدنانير	1.5	1.75	2	2.5	3

المطلوب:

-1 حساب أو التنبؤ بالطلب على الإنتاج في الشهر التالي، بافتراض أن متوسط الدخل في ذلك الشهر سيكون (250) دينار

-2 حساب معامل الارتباط

-3 حساب معامل التحديد وتفسير النتائج.

-10 قامت إدارة شركة النجاح لصناعة وتوزيع القرطاسية بعملية تقييم الدقة في تنبؤاتها بالطلب الشهري على منتجاتها خلال عام 1999، فحصلت على البيانات التالية:

الشهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
الطلب الشهري الفعلي بالوحدة	200	190	160	195	210	150	130	195	200	170	140	160
الطلب الشهري المقدر بالوحدة	180	175	170	190	200	140	150	220	250	175	150	150

المطلوب :

قياس أخطاء التنبؤ باستخدام الطرق الآتية:

متوسط مربع الخطأ (MSE) ، متوسط الخطأ المطلق (MAD)، إشارة الانتباه

الفصل الثاني

تخطيط الإنتاج

Production Planning

1-2 ماهية وأهمية تخطيط الإنتاج:

تعد وظيفة تخطيط الإنتاج من أبرز وظائف إدارة الإنتاج والعمليات، فوظيفة التخطيط "تعني بتحديد الأهداف النهائية وكذلك الأهداف الجزئية التي تسعى المنظمة إلى تحقيقها، ثم تحديد الإمكانات والموارد وخطة العمل اللازمة وأخيراً تحديد الفترة الزمنية اللازمة لتتابع العمليات وانتهاء الأعمال وبالتالي بلوغ الأهداف المحددة".

إن القرار المتضمن خطة الإنتاج يعد من أهم القرارات الاستراتيجية لإدارة أية منظمة، فلا نستطيع أن نتصور نجاح أية منظمة بدون اتباعها الأساليب العلمية والموضوعية في التخطيط لإنتاجها، فالتخطيط هو نشاط يعنى بتحديد:

- الأهداف الاستراتيجية والنهائية للمنظمة، فأهداف تخطيط الإنتاج في الظروف الراهنة تنبثق من الأهداف التسويقية، وتستلزم خطط داعمة من قبل الأنشطة الأخرى للمنظمة مثل خطط: المشتريات والمخازن، النقل، الطاقة، التمويل، ومن المؤكد بأن بلوغ خطة الإنتاج لهذه الأهداف الاستراتيجية لا يتم دفعة واحدة، بمعنى أن بلوغ هذه الأهداف يمر عبر تحقيق أهداف جزئية أو مرحلية (تكتيكية) للخطة وعلى مدار فترة التخطيط.
- الإمكانات والموارد سواء المادية أم المالية أم البشرية اللازمة لإنجاح هذه الخطة وبلوغ أهدافها.
- السبل أو الطرق والإجراءات والسياسات اللازمة لتطبيق هذه الخطية.

- الفترة الزمنية اللازمة لانتهاء الأعمال والعمليات لإنجاز أو تنفيذ الخطة، فالتخطيط بدون فترة زمنية محددة ليس تخطيطاً وإنما هو جري وراء سراب من غير الممكن بلوغه، فإذا لم تحقق الخطة أهدافها خلال فترة محددة فمن المفترض تغيير بعض بنود هذه الخطة أو تغييرها كاملة بما يسمح ببلوغ أهدافها خلال الفترة المحددة.
- التتابع الأمثل للعمليات وبما يحقق إنجاز بنود الخطة في المواعيد المحددة.

وهكذا نجد أن تخطيط الإنتاج أو خطة الإنتاج إنما تمثل نشاطاً محورياً يتكامل ويتقاطع مع مختلف نواحي النشاط الأخرى في المنظمة، وإذا كانت خطة التسويق أو المبيعات أشبه ما تكون بالدورة الدموية لجسم الإنسان في المنظمة، فإن خطة الإنتاج أشبه ما تكون بالهيكل العظمي للإنسان في المنظمة.

2-2 أنواع خطط الإنتاج:

على أساس فترة التخطيط Planning Harizon للخطط الإنتاجية يمكن التمييز بين ثلاث أنواع من الخطط هي:

- الخطة الإنتاجية طويلة الأجل Long-term
- الخطة الإنتاجية متوسط الأجل Intermediate-term
- الخطة الإنتاجية قصيرة الأجل Short-Term

وسنقوم فيما يلي بشرح مختصر لكل من هذه الأنواع:

أولاً: الخطة الإنتاجية طويلة الأجل:

توضع هذه الخطة لتحديد مستوى الإنتاج في المستقبل ولمدة تزيد عن السنة الواحدة وقد تصل إلى خمس سنوات أو حتى أكثر، وغالباً ما توضع هذه الخطة لتحقيق أهداف طويلة الأجل، وتحدد خطوطاً عامة للنشاط الإنتاجي والعمليات في المنظمة وعلى ضوء خطة الطاقة Capacity Plan. إذ يرتبط بمستوى الطاقة الإنتاجية المستهدف، اختيار موقع

المنظمة، والترتيب الداخلي، وتصميم المباني، والمستوى التكنولوجي، وترتيب العمليات وغيرها من القرارات والأنشطة طويلة الأجل.

ثانياً: الخطة الإنتاجية قصيرة الأجل:

وهذه الخطة تشير إلى تحديد تفصيلي للأنشطة الإنتاجية في فترات تقل عن الشهر الواحد، وهي بذلك تشير إلى ما يدعى بجدولة العمليات Scheduling وهذا ما سيتم بحثه مفصلاً في الفصل التالي من هذا الكتاب.

ثالثاً: الخطة الإنتاجية متوسطة الأجل.

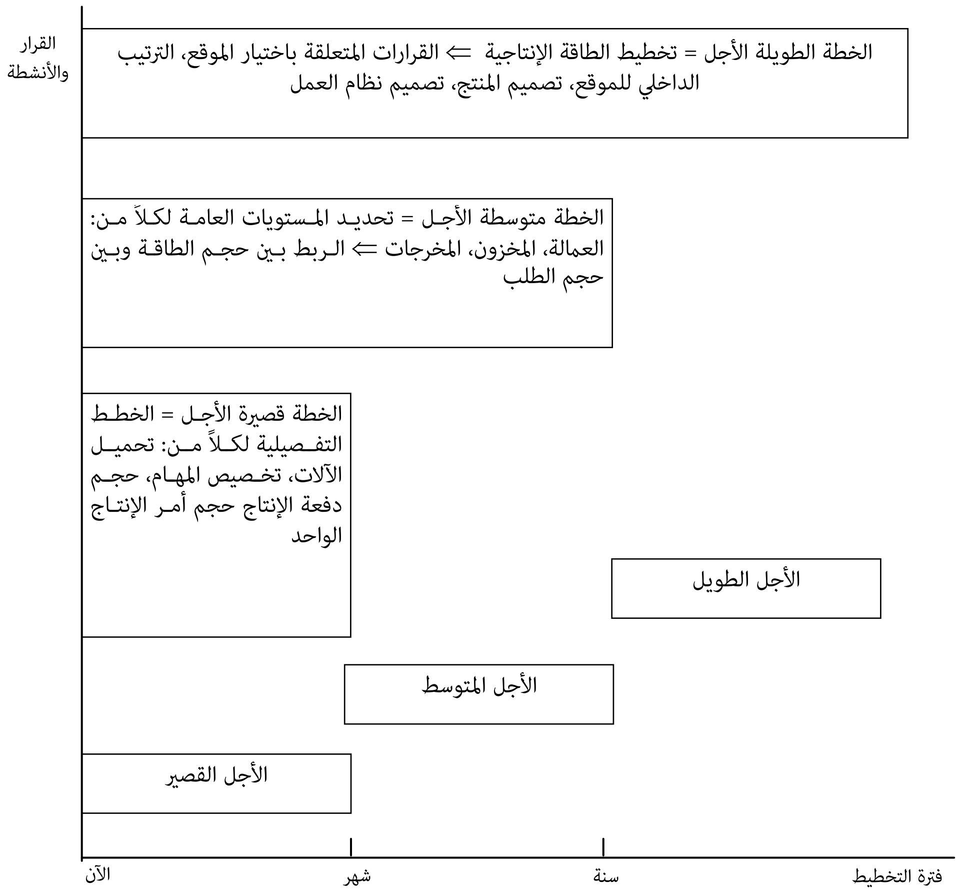
وهي الخطة التي يتم إعدادها لفترة قادمة (سنة واحدة) وبشكل إجمالي، مع أنها في الواقع تضم خططاً تفصيلة لكل شهر من أشهر السنة.

ولما كانت هذه الخطة تشير إلى تخطيط إجمالي للإنتاج في العام فإنه يشار إليها في بعض الكتب بتسميات عديدة مثل: الجدولة الإجمالية Aggregate Scheduling أو التخطيط الإجمالي للإنتاج Aggregate Planning.

وفي كل الأحوال وتحت أي من التسميات أعلاه، فإن خطة الإنتاج متوسطة الأجل تتضمن وضع تقديرات إجمالية لمستويات الإنتاج والعمالة والمخزون لكل فترة خلال العام دون تخصيص لنوع معين من المنتجات أو الأقسام، ويكون الهدف العام لهذه الخطة هو الوصول إلى المواءمة والتوفيق بين حجم الطاقة وبالتالي حجم الإنتاج وبين حجم الطلب خلال فترات الخطة.

بشكل عام تجدر الإشارة إلى موضوع التكامل Integratiog بين الأنواع الثلاثة من الخطط الإنتاجية، فالخطة الطويلة الأجل تحدد الطاقة في المدى الطويل ومن ثم فهي تحدد نطاق وقيود الخطة المتوسطة الأجل والتي تحدد بدورها الحدود والقيود الواجب مراعاتها

عند وضع الخطة قصيرة الأجل، والشكل التـالي يوضـح العلاقـة بـين الأنـواع الثلاثـة مـن الخطـط الإنتاجية:



شكل رقم (1) العلاقة بين أنواع الخطط الإنتاجية

ولما كنا سنخصص فصلاً مـستقلاً تاليـاً لموضـوع الجدولـة Scheduling وهـو أسـاس الخطـة قصيرة الأجل، فإننا سنخصص ما تبقى من هذا الفـصل للتخطـيط متوسـط الأجـل أو مـا يـسمى بالتخطيط الإجمالي للإنتاج.

3-2 مفهوم وأهمية التخطيط الإجمالي للإنتاج:

إن التخطيط الإجـمالي Aggregate Planning للإنتـاج أو التخطـيط متوسـط المـدى للإنتـاج، وكما أشرنا آنفاً، يشير إلى خطة الإنتاج التي تغطي فترة زمنية عـادة مـا تكـون سـنة، وتعـد عـلى أساس تقديرات إجمالية للمخرجات من مستويات الإنتاج والعمالة والمخزون عـن طريـق وحـدة قياس عامة، ويكون هدف هذه الخطة هو: تحقيق الكفاءة والاستخدام الأمثل للموارد، وتحديـد أفضل السبل لمقابلة مستويات الطلب Demand المتوقعة، وفي حدود القيود التي تفرضها الخطـة طويلة الأجل، وبما يؤدي إلى تحديد نطاق وحدود القـرارات المتـصلة بالخطـة قـصيرة الأجـل (أي القرارات المتصلة بجدولة ورقابة الإنتاج)...

لعل أهمية التقديرات الإجمالية للمخرجات (إنتاج، عمالة، مخزون) في ظل هذا النوع مـن التخطيط تعود إلى كون المنظمة تسعى إلى الاستغلال الأمثل للموارد المتاحة لها، لتحقيـق أقـصى ربحية ممكنة، وهذا الهدف لا يمكن تحقيقه مـن خـلال النظـرة (التقـديرات) الجزئيـة، أي لكـل منتج أو قسم على حدة، لأن ذلك سيعني انعدام التنسيق في الإنتاج، وظهـور طاقـات عاطلـة في العمالة والآلات والمواد.

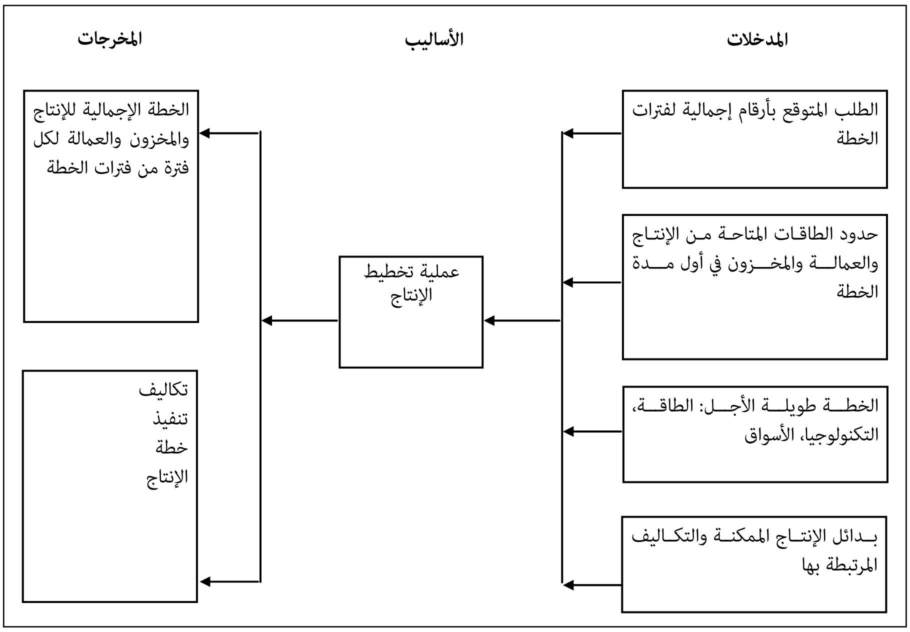
وتظهر الأهمية القصوى للتخطيط الإجمالي للإنتاج من خلال العمـل عـلى مقابلـة الطلـب المتقلب Flactuating، عن طريق وضع استراتيجيات مثلى تساعد على تحقيق هـذا الهـدف بأقـل تكلفة ممكنة، على الرغم من صعوبة اختيار مستوى معين من الإنتاج في ظل الطلب المتقلب.

باختصار، فإن التخطيط الإجمالي للإنتاج يهدف بالدرجة الأولى إلى تحديد مـستوى الإنتـاج الممكن والأمثل لكل فترة وبما يضمن تلبية الطلب المتوقع وبأقل تكاليف ممكنة، وهـذا لا يمكـن تحقيقه بدون تحديد الاستراتيجية المثلى أو مجموعة الاستراتيجيات الإنتاجية.

4-2 نظام التخطيط الإجمالي للإنتاج:

Aggregate Planning as a system

إن الخطة الإجمالية (متوسطة الأجل) للإنتاج هي في الواقع نظام System له: مدخلات Inputs ، مخرجات Outputs، وأساليب تخطيط Planning Techniques وذلك كما يصور الشكل التالي:



شكل رقم (2) الإطار العام لتخطيط الإنتاج الإجمالي

1-4-2 المدخلات

من الشكل السابق نلاحظ أن مدخلات عملية تخطيط الإنتاج تأتي من مصادر أربعة هي:

1- مدخلات على شكل بيانات عن الطلب المتوقع على المنتجات للفترة التخطيطية التالية وذلك في صورة بيانات إجمالية وبوحدات قياسية عامة، ويمكن توزيعها على فترات الخطة.

2- مدخلات من نوع بيانات عن حدود الطاقات الحالية المتاحة على اختلاف أنواعها والتي تعد ضرورية لتخطيط الإنتاج، وتشمل هذه البيانات: بيانات عن مستوى الطاقة (الإنتاج) الحالي، وبيانات عن المخزون الإجمالي في بداية مدة الخطة، وبيانات عن رقم العمالة في بداية الفترة.

3- مدخلات من نوع بيانات ومعلومات عن التخطيط الطويل الأجل للطاقة، وخطط المنظمة في طرح منتجات جديدة ، أو دخول أسواق جديدة، وخطط تطوير المستوى التكنولوجي وغيرها من القرارات طويلة الأجل بالنسبة للمنظمة.

4- مدخلات على شكل بيانات عن التكاليف المترتبة على اختيار بديل استراتيجي إنتاجي معين لمواجهة تقلبات الطلب.

وعادة ما يضاف إلى هذه المدخلات، مدخلاً خامساً هو مدخلات على شكل بيانات ومعلومات من البيئة الخارجية، لكي تتمتع البيانات (المدخلات) اللازمة لعملية تخطيط الإنتاج الإجمالي بالشمول والدقة والتوقيت المناسبة.

2-4-2 المخرجات

لعملية تخطيط الإنتاج كنظام، مخرجات، كما يوضح الشكل رقم (2) وهي:

1- الخطة الإجمالية للإنتاج والمخزون والعمالة لكل فترة من فترات الخطة (لكل شهر مثلاً) وهذه تتضمن وضع تقديرات لكلاً مما يلي:

- تقدير إجمالي لمستوى الإنتاج ولكل فترة زمنية خلال السنة التالية، وهذه التقديرات تمثل مدخلاً للمرحلة التالية والتي يتم فيها تقدير المطلوب إنتاجه من كل منتج خلال كل فترة والتي تعرف بجدول الإنتاج الأساسي Master Production Schedule.
- تقدير إجمالي لمستوى العمالة اللازمة لإنتاج مستويات الإنتاج وبشكل إجمالي.
- تقدير إجمالي لمستوى المخزون المخطط لكل فترة زمنية (في نهاية الفترة).

2- مخرجات من نوع معلومات عن تقديرات التكاليف المترتبة على تنفيذ الخطة الإجمالية في نهاية فترة الخطة مثل: تكاليف تغيير عدد ودرجة تشغيل العاملين، وتكاليف تغيير مستوى المخزون، وتكاليف الاعتماد على الغير لإنتاج ما يزيد عن الطاقة المتاحة ولمواجهة الطلب الزائد...

5-2 طرق تخطيط الإنتاج الإجمالي

تختلف أساليب أو طرق التخطيط الإجمالي للإنتاج ووفقاً لمستويات الطلب، من حيث علاقات التكاليف التي تحكم متغيرات المشكلة إلى:

- طرق تقويم على أساس وجود علاقات خطية Linear بين التكاليف، ومن أمثلة هذه الطرق:

1- طريقة التجربة والخطأ باستخدام الجداول.

2- البرمجة الخطية Linear Programming مثل طريقة السمبلكس Simplex وطريقة النقل Transportation والطريقة البيانية Graphical Nathed.

- طرق تقوم على أساس وجود علاقات غير خطية Nonlinear.

ومن أمثلة هذه الطرق:

1- نماذج الاجتهاد المنظم Heuristics ونماذج البحث بالحاسب الآلي.

2- طرق القواعد الخطية مثل البرمجة الديناميكية Dynamic Programming.

كما تختلف طرق تخطيط الإنتاج في إعطاءها حلول (خطط) مثلى إلى:

- طرق لا تقود إلى خطة مثلى، مثل طرق التجربة والخطأ Trial-and-Error ونماذج الاجتهاد المنظم.
- طرق تقود إلى حلول (خطط) مثلى: مثل طرق البرمجة الخطية، وطريقة القواعد الخطية والجدول التالي يلخص هذه الأنواع المختلفة من طرق التخطيط الإجمالي للإنتاج.

جدول رقم (1) أنواع طرق التخطيط الإجمالي للإنتاج

طريقة التخطيط الإجمالي	علاقات التكلفة	
	علاقات خطية	علاقات غير خطية
لا تقود إلى خطة مثلى	1- التجربة والخطأ: باستخدام الجداول	3- نماذج الاجتهاد المنظم ونماذج البحث بمساعدة الحاسوب
تقود إلى خطة مثلى	2- البرمجة الخطية: - الطريقة البيانية - طريقة السمبلكس - طريقة النقل	4- طريقة القواعد الخطية - البرمجة الديناميكية

وسنعمد فيما يأتي إلى شرح كل من هذه الطرق مع حالات عملية.

1-5-2 الطرق التي تفترض وجود علاقات خطية بين التكاليف

أولاً: طريقة التجربة والخطأ باستخدام الجداول.

مثال (1): من شركة الشام لصناعة الإطارات توفرت البيانات التالية:

1- قدر الطلب الشهري المتوقع لعام 2000 كما يلي:

-2

الشهر	الطلب بالوحدة	الشهر	الطلب بالوحدة
1	600	7	1300
2	500	8	1250
3	400	9	1000
4	600	10	900
5	800	11	800
6	1000	12	700

2- كانت المعلومات الخاصة ببدائل الإنتاج الممكنة والطاقة القصوى لكل منها وتكلفة الوحدة في ظل كل بديل كانت كالآتي:

البديل	الطاقة الشهرية القصوى	تكلفة الوحدة
- الإنتاج في الوقت العادي	750	5
- الإنتاج في الوقت الإضافي	250	8
- المخزون	غير محدد	1 لكل شهر
- إنتاج من الغير (التعاقد من الباطن)	200	12

3- مخزون أول المدة لعام 2000 يساوي الصفر.

4- ترغب الشركة في تكوين مخزون آخر عام 2000 بكمية مقدارها 300 وحدة.

المطلوب: إعداد خطة الإنتاج الإجمالي لعام 2000 باستخدام طريقة التجربة والخطأ.

جدول رقم (2) خطة الإنتاج الإجمالية لشركة الشام لعام 2000 بفتراتها وتكاليفها

الفترة (الشهر)	الطلب المتوقع بالوحدات	بدائل الإنتاج الممكنة وطاقتها القصوى			تكلفة الفترة بالدينار
		إنتاج الوقت العادي (750) وحدة	إنتاج الوقت الإضافي (250 وحدة)	إنتاج من الغير (200)	
1	600	(8) 50 , (1) 600	-	-	3250
2	500	(8) 150, (7) 100, (2) 500	-	-	3750
3	400	(7) 200 , (6) 150 , (3) 400	-	-	3750
4	600	(6) 100, (5) 50, (4) 600	-	-	3750
5	800	(5) 750	-	-	3750
6	1000	(6) 750	-	-	3750
7	1300	(7) 750	(7) 250	-	5750
8	1250	(8) 750	(8) 250	(8) 50	6350
9	1000	(9) 750	(9) 250	-	5750
10	900	(10) 750	(10) 150	-	7950
11	800	(11) 750	(11) 50	-	4150
12	700	700 (12) ، 50 (مخزون آخر المدة)	250 (مخزون آخر المدة)	-	5750
مجموع التكاليف					**54700**

إن الأرقام الموجودة في العمود الثالث تحت عنوان إنتاج الوقت العادي تـشير إلى عمليـات توزيع الطاقة القصوى للإنتاج العادي في كل شهر وهي (750) وحدة بحـسب الطلـب المتوقـع في كل شهر.

ففي الصف الثاني أي في شهر شباط سيتم توزيع الإنتاج المتاح وهو (750) وحدة كـما يـلي: (500) وحدة للشهر الثاني (وهو ما يشبع الطلب المتوقع) و (100) وحدة للـشهر الـسابع و (150) وحدة للشهر الثامن، وهكذا بالنسبة لبقية الصفوف.

وفي حالة الشهر الثامن والذي يتوقـع الطلـب فيـه بــ (1250) وحـدة فـسيتم إشـباع (750) وحدة من الإنتاج في الوقت العادي لذلك الشهر ولما كانت الطاقات المتاحة لأشـهر (7 ,6 ,5 ,4 , 3) السابقة له قد استغلت بالكامل، فإننا سنضطر لإنتاج (250) وحدة في الوقت الإضافي لذلك الشهر وبذلك يصبح الإنتاج المتوفر يساوي 750 + 250 = 1000 وحدة وهو أقل مـن الطلـب المتوقـع بــ (200) وحدة ولذلك يتوجب تأمين هذه الكميات كما يلي (150) وحدة من الإنتاج العادي للـشهر الثـاني و (50) وحــدة مــن الإنتــاج العــادي للــشهر الأول وبــذلك يــصبح المجمــوع: =1250 750+250+150+50 وحدة وهو ما يساوي الطلب المتوقع في ذلك الشهر.

أما لماذا اخترنا الإنتاج في الوقـت الإضـافي لـذلك الـشهر فبـسبب أن تكلفـة إنتـاج الوحـدة الواحدة في الوقت الإضافي تبلغ (8) دينار في حين أن تكلفـة تخـزين الوحـدة الواحـدة مـن شـهر شباط حتى الشهر الثامن سيترتب عليه تكاليف الإنتاج في الوقت العادي لشهر شباط مـضافاً إلى تكاليف التخزين الشهرية للوحدة الواحدة= 5+ 6×1 =11 دينار وبـذلك يعـد الإنتـاج في الوقـت الإضافي أقل تكلفة من التخزين من شهر شباط أو كانون الثاني حتى الحاجة إليه في شهر آب.

أما تكلفة الفترة فقد تم حسابها كما يلي:

لنأخذ شهر كانون الثاني فالتكلفة=

الإنتاج× التكلفة للوحدة = 5×650 = 3250

أما تكلفة شهر شباط = 5 × 750 = 3750

أما تكلفة شهر تموز = (5×750) + (8×250) = 5750

في حين أن تكلفة شهر آب = (5×750) +(8×250) + (12×50) = 6350

وهكذا بالنسبة لبقية الفترات أو الشهور...

ثانياً: التخطيط الإجمالي للإنتاج باستخدام البرمجة الخطية:

يعد أسلوب البرمجة الخطية Linear programming من أكثر الأساليب الرياضية Mathematical Models استخداماً وأهمية في صنع القرارات الإدارية المختلفة، لأن فائدة هذا الأسلوب تكمن في قدرته على التعبير رياضياً عن كثير من المشكلات الإدارية وإيجاد الحل الأمثل للصيغة الرياضية، والذي سيعد أساساً لاتخاذ القرار الإداري، وهذا الحل الأمثل يأخذ بالحسبان مجموعة القيود والمحددات على القرار الإداري، وأحد هذه القيود هو ندرة الموارد Scarce Resources المتاحة للمنظمة والمعبر عنها بـ (5M's) وهي: الأموال Money، والقوى العاملة Manpower، المواد Materials، المعدات Machines، والإدارة Management.

على الرغم من أن التطبيقات الأولى للبرمجة الخطية كانت في الميدان العسكري Military ، إلا أنها سرعان ما انتشرت بشكل واسع وفي ميادين الأعمال المختلفة.

وفي مجالات الإنتاج والعمليات تستخدم نماذج البرمجة الخطية لحل كثير من المشكلات منها:

مشكلات المزيج الإنتاجي Production Mix أي مزيج المواد، العمالة، الأموال وغيرها لإنتاج السلع الجاهزة.

- مشكلات جدولة الإنتاج Scheduling.
- مسائل تحقيق أقصى انتفاع ممكن من التجهيزات والمواد.
- مشكلة تخفيض مخلفات الإنتاج إلى أدنى حد ممكن.
- تعظيم الأرباح Maximization إلى أقصى حد ممكن.
- تخفيض تكاليف Minimization الإنتاج إلى أدنى حد ممكن.
- مسائل النقل Transportation والتوزيع Assignment بهدف خفض تكاليف النقل والتوزيع إلى أدنى حد ممكن.

شروط استخدام البرمجة الخطية:

حتى يصبح ممكناً استخدام نماذج البرمجة الخطية لحل مسألة إنتاجية يجب أن تتوفر في هذه المسألة الشروط التالية:

1- الهدف: Objective

أي أنه لا بد للمسألة المراد حلها أن يكون لها هدف محدد يتمثل إما في: تعظيم الأرباح Maximization، أو في تقليل التكاليف Minimization، وهذا الهدف يعبر عنه في نماذج البرمجة الخطية بدالة الهدف Objective Function والصيغة العامة لهذه الدالة هي:

$$\text{Max or Min} \quad Z = \sum_{j=1}^{n} C_j X_j \qquad (1)$$

حيث:

Cj ترمز إلى ثوابت أو معايير Parameters تشير إلى معدل التكلفة Cost أو الربح Profit للوحدة الواحدة من متغيرات القرار.

Xj ترمز إلى متغيرات القرار Decision Variables المتضمنة في المسألة.

2- القيود: Constraints

وهي المحددات الناتجة عن ندرة المواد، أو محددات أخرى يتوجب على صانع القرار أن يدخلها في حسابه أثناء سعيه لتحقيق أهداف متوخاة من حل المسألة.

والصيغة العامة للقيود في البرمجة الخطية هي التالية:

$$\sum_{j=1}^{n} aij\, x_j \begin{pmatrix} \leq \\ = \\ \geq \end{pmatrix} di \qquad I = 1, 2, \ldots, n \qquad (2)$$

ومعنى هذه الصيغة أن القيد قد يكون على شكل معادلة (مساواة)

Equality أي من إشارة (=) أو يكون على شكل متباينة (متراجحة)

Inequality قد تأخذ إشارة (> أو =) أصغر من أو يساوي، أو إشارة (= أو <) أكبر من أو يساوي.

aij ترمز إلى معاملات متغيرات القرار في ظل كل قيد من القيود.

di ترمز إلى كمية الموارد المتاحة (العرض) Supply أو كمية الطلب Demand.

3- شرط عدم السلبية: Nonnegative

وهذا يعني أنه يتوجب أن تكون جميع المتغيرات موجبة أو صفرية القيمة أي:

$$\sum_{j=1}^{n} xj \geq 0 \qquad (3)$$

من ناحية أخرى يجب أن تتوفر في المسألة الإنتاجية حتى يتم حلها باستخدام النماذج الخطية مجموعة افتراضات Assumptions هي:

1- **الخطية Linearity** وهذه تعني ان العلاقات بين المتغيرات في المسألة المدروسة هي علاقات خطية ويمكن وضعها في صورة معادلات خطية.

2- **التأكد Certainty** وهذا يعني أن قيم الثوابت (a, b,c) في النموذج الخطي هي ثابتة ومحددة.

3- **الإضافة Addivity** فدالة الهدف ما هي إلى مجموع المساهمات الفردية للمتغيرات فيها، كما أن الطرف الأيسر من أي قيد يعبر عن الاستخدام أو مساهمة كل متغير في المصدر المعني.

4- **التناسبية Proportionality** وهذه الفرضية تعني أن مساهمة كل متغير في دالة الهدف تتناسب طردياً مع أهمية هذا المتغير.

5- **الكسرية Divisibility** فقيم المتغيرات يمكن أن تكون قيم غير صحيحة Noninteger، أي قيم كسرية Fractional.

إن طرق حل النماذج في البرمجة الخطية هي:

- الطريقة البيانية Graphical.
- طريقة السمنلكس Simplex Method.

وسنقوم فيما يلي باستخدام كل من هاتين الطريقتين لحل نماذج خطية تمثل مشكلات إنتاجية، تاركين تفصيلات هاتين الطريقتين لمواد أخرى.

ونود الإشارة قبل البدء في التطبيقات العملية للطريقتين أن نشير إلى أن الطريقة البيانية تستخدم لحل مشكلات إنتاجية فيها متغيرين اثنين فقط، بينما طريقة السمنلكس تستخدم لحل مشكلات إنتاجية فيها متغيرين اثنين أو أكثر وهذا ما يجعلها أكثر مناسبة للمشكلات الإنتاجية بسبب كثرة المتغيرات الداخلة في صياغة هذه المشكلات.

1- استخدام الطريقة البيانية في تخطيط الإنتاج:

مثال (2):

منشأة صغيرة للصناعة تنتج نوعين من المنتجات هما (x_1, x_2) وكل من هذين المنتجين يحتاج إلى ساعات عمل ومواد أولية بشكل مختلف، فالمنتج x_1 يحتاج إلى (4) ساعات عمل وإلى (2) وحدة من المواد الأولية، بينما المنتج الثاني (x_2) فيحتاج إلى (6) ساعات عمل وإلى (1) وحدة من المواد الأولية وقد قدر مبرمجي الإنتاج والتشغيل أن أقصى طاقة متاحة من عنصر العمل هي (2400) ساعة، وأن أقصى ما يمكن توفيره من المادة الأولية هو (700) وحدة وأن الطلب موجود لأي مزيج إنتاجي ممكن.

والمطلوب هو التوصل إلى تحديد كميات الإنتاج لكل من هذين المنتجين وبما يسهم في تحقيق أقصى ربحية ممكنة، إذا كان معلوماً أن ربحية الوحدة الواحدة من المنتج (x_1) هي (20) ومن المنتج (x_2) هي (25).

الحل:

أ- باستخدام الطريقة البيانية:

1. النموذج الخطي المعبر عن هذه المشكلة هو كما يلي:

- دالة الهدف: $Max\ z = 20x_1 + 25x_2$
- القيود: قيد عنصر العمل $4x_1 + 6x_2 \leq 2400$
- قيد المادة الأولية $2x_1 + x_2 \leq 700$
- قيد عدم السلبية $x_1, x_2 \geq 0$

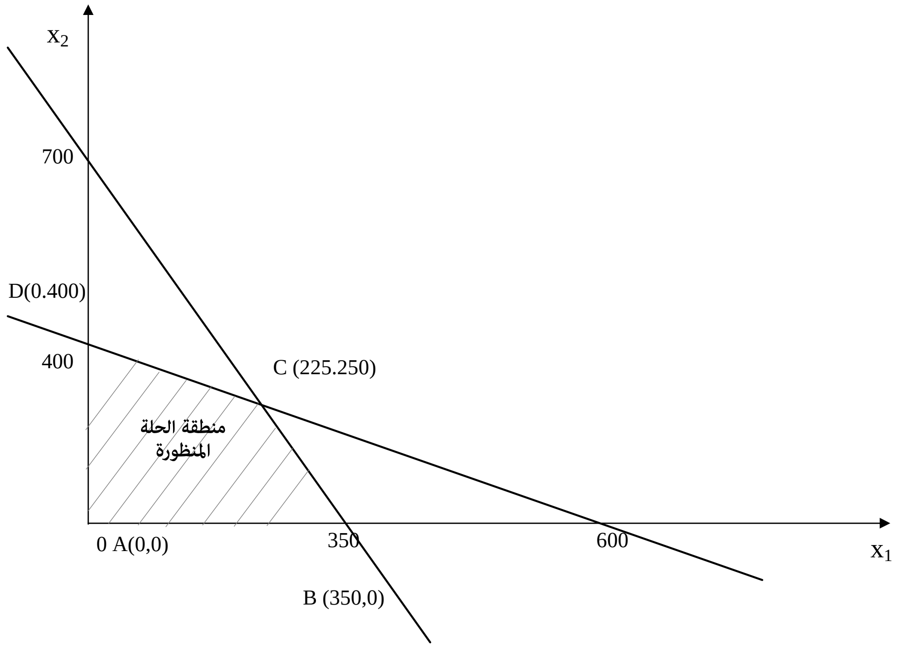
2. تمثيل القيود على الرسم البياني من خلال احتساب قيم (x_1, x_2) لكل قيد

- القيد الأول $(x_1 = \frac{2400}{4} = 600\ ,\ x_2 = \frac{2400}{6} = 400)$

- القيد الثاني: $(x_1 = \frac{700}{4} = 350, \quad x_2 = 700)$

3. حساب إحداثيات النقاط المتطرفة لمنطقة الحل المنظورة.

- عند النقطة A(0,0) ⇐ Z = 0
- عند النقطة B (350.0) ⇐ Z =7500
- عند النقطة C (225.250) ⇐ Z =1750
- عند النقطة D (0.400) ⇐ Z = 10000



ولما كانت أقصى قيمة لدالة الهدف (Z) تتحقق عنـد النقطـة (C) والتـي إحـداثياتها: x1 = 225 , x2 = 250 ، فإن الحل عند هذه النقطة هو الحل الأمثل لهذا النموذج الرياضي.

القرار الإنتاجي:

بناء على الحل الرياضي السابق فيتوجب على إدارة المنشأة أن تصنع (225) وحدة من المنتج الأول (x_1)، وتصنع (250) وحدة مـن المنـتج الثـاني (x_2) حتـى تـستطيع تحقيـق أقـصى ربـح ممكـن وقدره (10750)، من هذا المزيج الإنتاجي وفي ظل القيود المفروضة عليها.

اختبار أمثلية الحل: Optimality Test

أن تعويض قيم كلاً من : x1 = 225 , x2 = 250 في قيود المسألة نجد أن

$$4x_1 + 6x_2 \leq 2400 \Longrightarrow 4\ (225) + 6(250) = 2400$$

وهذا يعني استغلال تام لعنصر العمل

$$2x_1 + x_2 \leq 700 \Rightarrow 2(225) + 250 = 700$$

وهذا يعني استغلال تام للمادة الأولية.

مثال (3):

إدارة إحــدى المستــشفيات تفكــر في إيجــاد أفــضل مــزيج مــن الطعــام المقــدم لمرضى المستشفى، فهي تقوم يومياً بتقـديم نـوعين مـن الطعـام هـما (x_1, x_2) ، تبلـغ تكلفـة النوع الأول (0.90) دينار لوجبة الطعام الواحدة، وتبلغ تكلفة النوع الثاني (0.75) دينار لوجبة الطعام الواحدة، ويدخل في تركيبة كل من هاتين الوجبتين ثلاث مواد أولية هـي (أ،ب،جـ)، ويجـب أن تكـون الكميـات المتـوفرة مـن هـذه المـواد الثلاثـة لا تقـل عـن (120 ,80 , 60) وحــدة عــلى التــوالي، وإذا كــان معلومــاً أن الوجبــة مــن النــوع الأول تحتــاج إلى (6)

وحدات من المادة (أ) و (2) وحدة من المادة (ب) و (2) وحدة من المادة (جـ) في حين أن الوجبة من النوع الثاني تحتاج إلى (4) وحدات من المادة (أ) و (8) وحدات من المادة (ب) و (3) وحدات من المادة (جـ).

المطلوب: مساعدة إدارة المستشفى في إيجاد أفضل المزيج الأفضل من نوعي الطعام وبما يحقق أقل التكاليف.

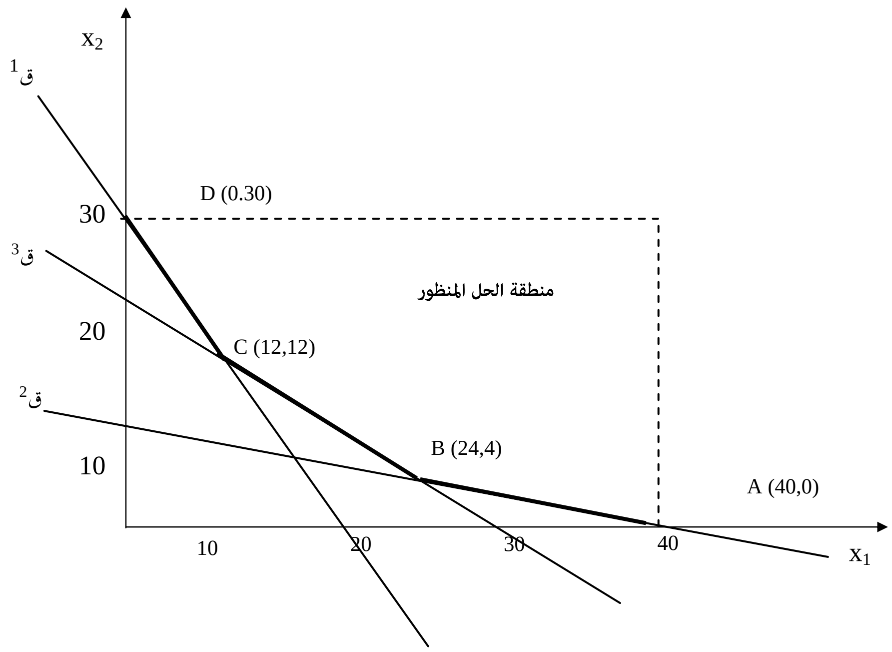
الحل :

1. التشكيل الرياضي للمسألة:

- دالة الهدف $Min\ z = 0.90\ x_1 + 0.75x_2$
- قيد المادة أ: $6x_1 + 4x_2 \geq 120$
- قيد المادة ب: $2x_1 + 8x_2 \geq 80$
- قيد المادة جـ: $2x_1 + 3x_2 \geq 60$
- قيد عدم السلبية $x_1 , x_2 \geq 0$

2. التمثيل البياني:

- القيد الأول $(x_1= 20 , x_2 = 30)$
- القيد الثاني $(x_1= 40, x_2=10)$
- القيد الثالث $(x_1= 30, x_2=20)$



إيجاد الحلول عند النقاط المتطرفة لمنطقة الحل المنظورة:

- النقطة A (40,0) ⇐ Z = 0.90 (40) + 0.75 (0) = 36
- النقطة B (24,4) ⇐ Z = 0.90 (24) + 0.75 (4) = 24.6
- النقطة C(12,12) ⇐ Z = 0.90 (12) + 0.75 (12) 19.8
- النقطة D (0,30) ⇐ Z = 0.90 (0) + 0.75 (30) = 22.5

من ملاحظة قيم دالة الهدف (Z) أعلاه نلاحظ أن أقل تكلفة ممكنة هي عند النقطة (C) وهذا يعني أن قيمة المتغير (x_1) تساوي (12) وقيمة المتغير (x_2) تساوي (12) وهذا يعني أن هذه النقطة تمثل الحل الأمثل رياضياً لهذه المسألة.

القرار الإداري:

أن على إدارة المستشفى أن تقوم بتحضير (12) وجبة من النوع الأول (x_1) و (12) وجبة من النوع الثاني (x_2) يومياً، حتى تتحقق أقل تكاليف ممكنة وهي (19.8) دينار.

اختبار أمثلية الحل:

- القيد الأول: $6x_1 + 4x_2 \geq 120 \Leftarrow (12)6 + (12)4 = 120$

وهذا يعني استغلال كامل وبالحد الأدنى لكميات المادة (أ).

- القيد الثاني: $2x_1 + 8x_2 \geq 80 \Leftarrow (12)2 + (12)8 = 120$

وهذا يعني أن هذا المزيج سيحتاج إلى (120) وحدة من المادة (ب)

- القيد الثالث: $2x_1 + 3x_2 \geq 60 \Leftarrow (12)2 + (12)3 = 60$

وهو ما يعني أن المزيج سيحتاج إلى الحد الأدنى من المادة (ج) وهو (60) وحدة.

2- استخدام طريقة السميلكس في تخطيط الإنتاج:

مثال (4):

إدارة مصنع صغير الحجم تسعى للوصول إلى المزيج الإنتاجي الأفضل من منتجاتها الثالثة (x_1 , x_2, x_3)، يبلغ ربح الوحدة الواحدة من كل من المنتجات الثلاثة الآتي: (2,3,4) دينار على الترتيب، تتم العملية الإنتاجية في هذا المصنع في ظل القيود التالية:

- قيد الإنتاج: يمتلك المصنع خطاً إنتاجياً يعمل (60) ساعة أسبوعياً كحد أقصى، ويحتاج المنتج الأول (x_1) إلى (3) ساعات، والمنتج الثاني (x_2) إلى (2) ساعة والمنتج الثالث (x_3) إلى (6) ساعات لإنتاج الوحدة الواحدة.

- قيد المادة الأولية: تتوفر في المصنع (10) وحدات فقط من المادة الأولية، ويحتاج إنتاج الوحدة الواحدة من : السلعة الأولى (x_1) إلى وحدة واحدة من المادة الأولية،

والسلعة الثانية (x_2) إلى وحدة من المادة الأولى، والسلعة الثالثة (x_3) إلى (4) وحدات من المادة الأولية.

- قيد العمل: يعمل في المصنع (15) عاملاً إنتاجياً، ويحتاج إنتاج السلعة (x_1) إلى (2) عامل، وإنتاج السلعة (x_2) إلى (2) عامل، وإنتاج السلعة (x_3) إلى (5) عامل.

والمطلوب: إيجاد الحل الأمثل لهذه المشكلة الإنتاجية باستخدام طريقة المبلكس.

الحل:

1. التشكيل الرياضي للمسألة:

- دالة الهدف $Max\ Z = 2x_1 + 3x_2 + 4x_3$
- قيد الخط الإنتاجي $3x_1 + 2x_2 + 6x_3 \leq 60$
- قيد المادة الأولية $x_1 + x_2 + 4x_3 \leq 10$
- قيد العمل $2x_1 + 2x_2 + 5x_3 \leq 15$
- قيد عدم السلبية $x_1, x_2, x_3 \geq 0$

الصيغة القياسية Standard Form لهذه الصيغة: وتعني تحويل القيود إلى معادلات (متساويات) عن طريق إضافة متغير فائض Slack Variable (S) إلى الطرف الأيسر للمتباينة فتتحول إلى معادلة، وتكون معاملات هذه المتغيرات الفائضة في دالة الهدف هي أصفاراً:

$$MAX\ Z = 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 + os_1 + os_2 + os_3$$

$$3x_1 + 2x_2 + 6x_3 + S_1 = 60$$

$$2x_1 + x_2 + 4x_3 + S_2 = 10$$

$$2x_1 + 2x_2 + 5x_3 + S_3 = 15$$

$$x_1 , x_2 , x_3, S_1, S_2, S_3 \geq 0$$

2. تشكيل جدول الحل الأولي (الصفري) للمسألة وفقاً لما يلي:

Cj →		2	3	4	0	0	0	RHS
↓	B.V.	X_1	X_2	X_3	S_1	S_2	S_3	
0	S1	3	2	6	1	0	0	60
0	S2	1	1	(4)	0	1	0	10 ⇐
0	S3	2	2	5	0	0	1	15
Zj		0	0	0	0	0	0	0
Cj - Zj		2	3	4	0	0	0	
				⇑				

3. تطوير الحل : أي الانتقال إلى جدول حل جديد وفقاً لما يلي:

تحديد العمود المحوري Pivot Column وهذا العمود يقابل أكبر قيمة موجبة في الصف (Cj-Zj) في مسائل تعظيم الأرباح (Max) وأعلى قيمة سالبة في مسائل تقليل التكاليف (Min). فمن خلال ذلك الصف نلاحظ أن القيمة (4) هي الأكبر وبذلك يكون العمود x3 هو العمود المحوري ويسمى المتغير (x3) بالمتغير الداخل Entering Variable .

- تحديد الصف المحوري Pivot Row وهو الصف الذي تكون نتيجة قسمة عناصر عمود الثوابت RHS على عناصر العمود المحوري، هي الأقل بين النواتج الموجبة فقط، والنواتج في مثالنا هي:

$$\frac{60}{6} = 10 \quad , \quad \frac{10}{4} = 2.5 \quad , \quad \frac{15}{5} = 3$$

ولما كانت القيمة (2.5)هي الأقل فإن الصف الثاني (52) هو الصف المحوري ويسمى المتغير (S2) بالمتغير الخارج Leaving Variable أي الذي سيخرج من عمود المتغيرات الأساسية (B.V.) وسيدخل بدلاً عنه المتغير x3 .

- العنصر المحوري Pivot element هو العنصر الذي يتقاطع عنده العمود المحوري مع الصف المحوري، وهو في مثالنا رقم (4).

4. تشكيل جدول الحل الجديد:

Cj →		2	3	4	0	0	0	RHS
↓	B.V.	X_1	X_2	X_3	S_1	S_2	S_3	
0	S1	$\frac{6}{4}$	$\frac{2}{4}$	0	1	$\frac{-6}{4}$	0	45
4	X_2	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	1	0	$\frac{1}{4}$	0	$\frac{10}{4}$
0	S_3	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$ (circled)	0	0	$-\frac{5}{4}$	1	$\frac{10}{4}$ ⇐
	Zj	1	1	4	0	1	0	10
	Cj – Zj	1	2	0	0	-1	0	

⇧ (under X_2)

إن إملاء الجدول الجديد بالمعلومات يتم وفقاً لما يلي:

قيم الصف المحوري تنقل إلى الجدول بعد قسمة كل منها على العنصر المحوري، أي:

$$\frac{1}{4}\ ,\ \frac{1}{4}\ \ ,\ \frac{4}{4}=1\ ,\ \frac{0}{4}=0,\ \frac{1}{4}\ \ ,\ \frac{0}{4}=0\ \ ,\ \frac{10}{4}$$

باقي قيم الجدول القديم إلى الجدول ا لجديد وكما يلي:

القيمة الجديدة = القيمة القديمة من الجدول القديم - (العنصر المقابل في العمود المحوري في الجدول القديم × القيمة المقابلة في الصف المحوري بعد نقله إلى الجدول الجديد).

وبتطبيق هذه القاعدة على الصفين S2, S1:

الصف S_1	الصف S_3
$3- (6 \times \frac{1}{4}) = 3 - \frac{6}{4} = \frac{6}{4}$	$2- (5\times \frac{1}{4}) = 2 - \frac{5}{4} = \frac{3}{4}$
$2 - (6 \times \frac{1}{4}) = 2- \frac{6}{4} = \frac{2}{4}$	$2- (5\times \frac{1}{4}) = 2 - \frac{5}{4} = \frac{3}{4}$
$6 - (6\times1) = 6-6 = 0$	$5- (5\times1) = 5-5 = 0$
$1 - (6 \times 0) = 1-0 = 1$	$0 - (5 \times 0) = 0-0 = 0$
$0 - (6 \times \frac{1}{4}) = 0 - \frac{6}{4} = - \frac{6}{4}$	$0 - (5 \times \frac{1}{4}) = 0- \frac{5}{4} = \frac{5}{4}$
$0 - (6 \times 0) = 0-0 = 0$	$1 - (5 \times 0) = 1-0 = 1$
$60- (6 \times \frac{10}{4}) = 60- \frac{60}{4} = 45$	$15- (5\times \frac{10}{4}) = 15 - \frac{50}{4} = \frac{10}{4}$

بالنسبة لقيم الصف Zj فيتم حسابها عن طريق: ضرب عناصر العمود Cj بالعناصر المقابلة لها في أعمدة الجدول، ثم نأخذ مجاميع كل عمود على حدة.

فمثلاً عمود (x1) يحتسب كما يلي: $x\,4)\ \frac{1}{4} = (\frac{4}{4}\ 1= \ + x0)\frac{6}{4}\ ($

5- بعد الانتهاء من كل جدول،وهو بمثابة حل للمسألة نتساءل فيما إذا كان هذا الحل هو حلاً أمثلاً Optimum أم لا؟ للإجابة على هذا التساؤل نشير إلى:

أن الحل الأمثل لمسائل البرمجة الخطية من نوع تعظيم الأرباح يكون عندما تصبح جميع عناصر الصف (Cj-Zj) سالبة أو صفرية، وفي مسائل تقليل التكاليف يكون الحل أمثلاً عندما تصبح عناصر الصف Cj-Zj موجبة أو صفرية، أما إذا لم يتحقق هذا الشرط فإن هناك إمكانية لتطوير الحل الحالي والحصول على حل أفضل جديد، وعملية التطوير هذه تتم وفقاً للخطوتين الثالثة والرابعة السابقتين.

ومن خلال النظر إلى قيم الصف Cj-Zj في الجدول الثاني في مثالنا نجد أنه ما زالت هناك قيم موجبة ولذلك لا بد من تطوير هذا الحل.

6. تشكيل جدول الحل الجديد الثالث:

Cj →		2	3	4	0	0	0	RHS
↓	B.V.	X_1	X_2	X_3	S_1	S_2	S_3	
0	s1	1	0	0	1	$\frac{14}{6}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{130}{3}$
4	X_3	0	0	1	0	$\frac{2}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$\frac{5}{3}$
3	X_2	1	1	0	0	$-\frac{5}{3}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{10}{3}$
Zj		3	3	4	0	$-\frac{7}{3}$	$\frac{8}{3}$	$\frac{50}{3}$
Cj – Zj		-1	0	0	0	$\frac{7}{3}$	$-\frac{8}{3}$	

يلاحظ من الجدول أعلاه ومن الصف cj-zj أننا قد وصلنا إلى الحل الأمثل لهذه المسألة، وأن قيم المتغيرات الأساسية وهي: $x_1=0$ ، $x_2=\frac{10}{3}$ ، $x_3=\frac{5}{3}$ وأن أقصى ربح ممكن تحقيقه هو $\frac{50}{3}$ دينار، مع ملاحظة أن قيمة المتغير الفائض (S2) لا تزال قيمة موجبة وهي حالة خاصة.

القرار الإنتاجي: يتوجب على إدارة المصنع أن تصنع $\frac{10}{3}$ وحدة من المنتج الثاني (x2) وتصنع $\frac{5}{3}$ وحدة من المنتج الثالث (x3) وصفر وحدة من المنتج الأول (x1) لتحقيق أقصى ربح ممكن قدره ($\frac{50}{3}$) دينار.

مع ملاحظة أن الحل الأمثل هذا يستغل كامل المتاح من المادة الأولية وهو (10) وحدات ويستغل كامل جهد العاملين وعددهم (15) عاملاً ولكنه يبقى طاقة إنتاجية على الخط الإنتاجي بشكل فائض وتقدر هذه الطاقة الفائضة بـ ($\frac{130}{3}$) ساعة.

ملاحظة أخيرة على استخدام البرمجة الخطية في حل مسائل تخطيط الإنتاج:

إن المثالين (1 ,2) يمكن حلهما باستخدام طريقة السمبلكس (حاول إيجاد الحل الأمثل لهذين المثالين باستخدام السمبلكس...).

وكما ذكرنا آنفاً فإن أساليب البرمجة الخطية تعطي في النهاية الحل الأمثل للمسألة المدروسة ، ونود الإشارة إلى أننا لم نتطرق إلى كافة خوارزميات Algorithms السمبلكس مثل: تكنيك م: M-Technique خوارزمية المرحلتين Two-phase ، الثنائية Duality، تحليل الحساسية Sensitivity Analysis، وغيرها، كما أننا لم نتطرق إلى الحالات الخاصة Special Cases في البرمجة الخطية بسبب ضيق المجال من جهة وترك التفصيلات هذه لمواد أخرى.

3- استخدام طريقة النقل في تخطيط الإنتاج:

إن مسألة النقل Transportation problem هي حالة خاصة من حالات البرمجة الخطية (L.P) ويكون هدفها العام هو التوصل إلى خطة النقل Transportation plan المثلى والتي تحقق أقل تكاليف نقل ممكنة، أي أن مسألة النقل كما البرمجة الخطية تعطي في النهاية حلاً أمثلاً للمسألة المدروسة، لقد كان أول من استخدم مسألة النقل في مجال تخطيط الإنتاج هو بيومان E.H. Bowman وكان ذلك في عام 1956.

مثال (5):

من شركة الأردن لإنتاج البطانيات توفرت البيانات الآتية عن نشاطها الإنتاجي خلال الشهور الثلاثة الأولى من عام 1999.

الشهر	الطلب بالوحدة	الطاقة بالوحدة		
		بالوقت الأصلي للإنتاج	بالوقت الإضافي	إنتاج من الغير
كانون ثاني	200	200	50	20
شباط	200	200	10	10
آذار	100	60	5	5

وكان مخزون أول المدة يبلغ (40) وحدة، وتكاليف الإنتاج للوحدة: خلال الوقت الأصلي (20) دينار، وخلال الوقت الإضافي (25) دينار، وإنتاج الغير (30) دينار، وتكاليف الاحتفاظ بالمخزون هي (2) دينار للوحدة لمدة شهر.

المطلوب: استخدام تقنية مسألة النقل لإيجاد خطة الإنتاج المثلى وحساب تكاليف الإنتاج الإجمالية.

الحل:

1- جدول الحل المبدئي والتوزيع بطريقة الركن الشمالي الغربي (North-West-Corner)

الشهر / الشهر	كانون ثاني	شباط	آذار	المتاح (العرض)
مخزون أول المدة	(40) 0	2	4	40
الوقت الأصلي	(200) 20	22	24	200
الوقت الإضافي	(50) 25	27	29	50
إنتاج من الغير	(10) 30	(10) 32	34	20
الوقت الأصلي		(190) 20	(10) 22	200
الوقت الإضافي		20	(10) 27	10
إنتاج من الغير		25	(10) 32	10
الوقت الأصلي		30	(60) 20	60
الوقت الإضافي			(5) 25	5
إنتاج من الغير			(5) 30	5
الطلب	300	200	100	600

والتكلفة الإجمالية لهذا الحل المبدئي تبلغ 11955 دينار.

وهذا الحل يعني أن تلبية الطلب في شهر كانون الثاني وهو (300) وحدة سيكون من: 40 وحدة مخزون أول المدة + 200 وحدة إنتاج في الوقت الأصلي لشهر كانون الثاني + 50 وحدة إنتاج في الوقت الإضافي لشهر كانون ثاني +10 وحدة إنتاج من الغير لشهر كانون ثاني= 300 وحدة.

أما تلبية الطلب لشهر شباط والبالغ (200) وحدة فسيكون من: 10 وحدات إنتاج من الغير لشهر كانون الثاني + 190 وحدة إنتاج الوقت الأصلي لشهر شباط = 200 وحدة.

أما تلبية الطلب لشهر آذار والبالغ (100) وحدة فسيكون من:

10 وحدات إنتاج الوقت الأصلي لشهر شباط +10 وحدات إنتاج الوقت الإضافي لشهر شباط + 10 وحدات إنتاج من الغير لشهر شباط + 60 وحدة إنتاج الوقت الأصلي لشهر آذار + 5 = 100 وحدة.

وهذا الحل نفسه يعتبر هو الحل الأمثل لهذه المشكلة الإنتاجية لأننا اختبرنا صافي التغير في التحسين Improvement للمربعات الفارغة فوجدناه يساوي الصفر. وبالتالي فلا حاجة لتطوير الحل الحالي.

ملاحظات على مسألة النقل:

إن خطوات تطبيق مسألة النقل بشكل عام يتم وفق المرحلتين التاليتين:

المرحلة الأولى: إيجاد الحل المبدئي وذلك باستخدام إحدى الطرق الثلاثة الآتية:

- طريقة الركن الشمالي الغربي North-West-Corner
- طريقة أقل تكلفة في الجدول Least-Cost
- طريقة فوجل Vogel's Method

المرحلة الثانية: تطوير الحل المبدئي وإيجاد حلول أفضل حتى التوصل إلى الحل الأمثل وذلك باستخدام إحدى الطريقتين:

- طريقة الحجر المتخطي Stepping Stone
- طريقة التوزيع المعدلة Modified Distribution

ولا يتسع المجال لشرح كل من هذه الطرق... (يمكن العودة إلى كتب بحوث العمليات والأساليب الكمية..).

الحالات الخاصة في مسألة النقل:

حالة عدم تساوي العرض مع الطلب:

فإذا كان الطلب أكبر من العرض نضيف صف وهي Dummy Row وبتكاليف صفرية وبمقدار الفرق بين الطلب والعرض، أما إذا كان الطلب اقل من العرض فإننا نضيف عمود وهمي Dummy Column وبتكاليف صفرية وبمقدار الفرق بين الطلب والعرض.

حالة الانحلال Degeneracy وهذه الحالة تظهر عندما لا يتحقق الشرط التالي في كل جدول من جداول الحل وهو:

عدد المربعات المليئة = (عدد الصفوف + عدد الأعمدة)- 1

ونقوم بحل هذه المشكلة بإضافة كمية صفرية إلى المربع الفارغ الذي يساهم في رسم المسارات المغلقة Closed path أثناء تطوير الحل.

وبشكل عام يؤخذ على أساليب البرمجة الخطية: البيانية والسمبلكس والنقل أنها تفترض الخطية في العلاقات سواء في دالة الهدف أو في القيود، وهو افتراض غير صحيح تماماً في الحياة العملية لذلك قامت بعض المحاولات لوضع طرق رياضة تقوم على افتراض علاقات غير خطية بين المتغيرات.

2-5-2 طرق التخطيط في حالة كون علاقات التكاليف غير خطية:

إذ أنه متى اتضح أن علاقات التكاليف مثل: تكاليف التعيين، تكاليف الوقت الإضافي، تكاليف المخزون وغيرها، مع مستويات الإنتاج المتاحة هي علاقات غير خطية

Nonlinear فإن تطبيق الطرق السابقة يصبح غير نافعاً، ويتوجب استخدام طـرق أخـرى تـتلاءم مع حالة عدم الخطية ومن هذه الطرق.

1- طريقة قاعدة القرار الخطي: The Linear-decision-rule (LDR)

هذه الطريقة قدمت عام 1955 من قبل مجموعة من علماء معهـد كـارنيجي للتكنولوجيـا (CIT)، لقـد قامـت هـذه المجموعـة بتطبيـق دراسـتها عـلى تخطـيط الإنتـاج في مـصنع للبويـة (الدهان)، إذ اعتبرت هذه المجموعة أن الخطـة الإجماليـة للإنتـاج يمكـن أن توضـع عـلى أسـاس الوصول بأربعة أنواع من التكاليف وهي:

- أجور الوقت الأصلي Regular Payroll وهي تساوي تكلفة العمل المباشر.
- تكلفة التعيين والفصل Hiring and Layoffs وهي تأخذ شكل منحنى.
- تكلفة الوقت الإضافي Overtime
- تكلفة الاحتفاظ بالمخزون Carrying inventory

إلى أدنى حد ممكن لها.

وما يؤخذ على هذه الطريقة هو صعوبة الحصول على الأرقام اللازمة للوصول إلى القواعـد الخطية من جهة، وصعوبة الوصول إلى تقديرات دقيقة للتكاليف على شـكل معـادلات في شـكل تربيعي من جهة أخرى.

2- طرق الاجتهاد المنظم Heuristic Methods:

وهذه الطرق هي:

- طريقة خبرة الإدارة Management Coefficients Method
- طريقة ثوابت تخطيط الإنتاج Parametric Production Planning (PPP)

- طريقة قاعدة البحث Search Decision Rule (SDR)
- طريقة تحويل الإنتاج Production Switching Heuristics

إن هذه الطرق مجتمعة تفترض أن لدى المدراء من الخبرة والتجربة والحس ما يمكنهم من التوصل إلى قلب المشكلة في الواقع العملي وتجسيد حل مرضٍ وواقعي لهذه المشكلة بدون الاعتماد على الطرق الرياضية التي غالباً ما تعترض تطبيقها عقبات كثيرة كما أسلفنا، وهنا يمكن للمدير أن يضع خطوات محددة من خلال إجراءات معينة تمكنه من الوصول إلى حل مرضٍ للمشكلة الإنتاجية التي تواجهه وكل ذلك بالاعتماد على خبراته وحسه.

أسئلة وتمارين

1- عرف تخطيط الإنتاج وأوضح أهميته؟

2- ناقش مفصلاً أنواع خطط الإنتاج وفقاً لمعيار الزمن.

3- أوضح مفهوم التخطيط الإجمالي للإنتاج، مبيناً مدخلاته ومخرجاته كنظام.

4- عدد أنواع طرق تخطيط الإنتاج وبين مزايا وحدود كلاً منها.

5- شركة الفارس لإنتاج البرادي (الستائر) توفرت البيانات الآتية:

- قدر الطلب الشهري المتوقع لعام 2001 كما يلي:

الشهر	الطلب بالمتر المربع	الشهر	الطلب بالمتر المربع
1	700	7	600
2	600	8	900
3	400	9	750
4	500	10	800
5	800	11	900
6	650	12	1000

- كانت المعلومات الخاصة ببدائل الإنتاج الممكنة والطاقة القصوى لكل منها، وتكلفة المتر المربع في ظل كل بديل، كالآتي:

البديل	الطاقة الشهرية القصوى بالمتر المربع	تكلفة الوحدة
الإنتاج في الوقت النظامي	800	4
الإنتاج في الوقت الإضافي	200	6
إنتاج من الغير (عقود من الباطن)	200	10
المخزون	غير محدد	1 لكل شهر

- مخزون أول المدة من الإنتاج لعام 2001 يساوي الصفر.

– ترغب إدارة الشركة في تكوين مخزون آخر عام 2001 بكمية مقدارها 200 متر مربع .

المطلوب:

إعداد خطة الإنتاج الإجمالي لعام 2001 باستخدام طريقة التجربة والخطأ.

6- مصنع العاصي لإنتاج القمصان، ينتج نوعين من القمصان هما: رجالي وولادي، يبلغ سعر بيع القميص الرجالي الواحد 400 قرش أردني والقميص الولادي 300 قرش أدرني، وتبلغ تكلفة القميص الرجالي 350 قرش، وتكلفة القميص الولادي 200 قرش، ولقد لاحظت الإدارة أن الحد الأقصى للطلب سيكون: 2000 قميص رجالي و 3000 قميص ولادي في السنة وعلى ضوء دراسة الطلب وجد أن هناك ارتباط بين المنتجين، إذ غالباً ما يتم شراء المنتجين مع بعض وهذه العلاقة او الارتباط يتحدد بالمتراجحة التالية: $x1 + 400\frac{1}{2}x_2 \leq$ وعلى ضوء الطاقة القصوى للإنتاج في السنة والبالغة 600 قميص من النوعين، وبافتراض أن المنتج الأول يرمز له بـ (x_1) أي القميص الرجالي. وأن المنتج الثاني يرمز له بـ (x_2) أي القميص الولادي.

المطلوب: وضع خطة الإنتاج للعام القادم وبما يحقق أقصى ربحية ممكنة.

استخدم في إيجاد الحل الأمثل كلاً من:

– الطريقة البيانية.

– طريقة السمبلكس وفسر النتائج.

7- شركة ليلى لإنتاج الأقمشة ، تقوم بتصنيع ثلاثة أنواع من الأقمشة: النوع (1) والنوع (2) والنوع (3)، وكل وحدة واحدة من هذه الأقمشة يتطلب إنتاجها (3) أمتار من أربع مواد خام هي: الصوف، القطن، الخيوط، التركيبة، والخيوط

الصناعية، إذ تتوفر من هذه المواد لدى الشركة الكميات التالية: الصوف (120) متر، القطن (90) متر، الخيوط التركيبية (75) متر، الخيوط الصناعية (60) متر، كما يتوجب على الشركة إنتاج (30) وحدة من كل نوع من أنواع الأقمشة الثلاثة خلال الأسبوع، وذلك في ظل القيود التالية:

- الشركة لن تقوم بشراء أية كميات إضافية من المواد الأولية.
- الشركة يمكنها صنع الوحدة المنتجة الواحدة من أي من المواد الموجودة بأية نسبة بدون الحاجة إلى مواد أخرى.
- الأرباح المتوقعة للوحدة المنتجة الواحدة عند صنعها من مختلف المواد هو كالآتي:

الشهر	1	2	3
الصوف	50	90	100
القطن	40	75	90
الخيوط التركيبية	30	50	75
الخيوط الصناعية	25	40	50

المطلوب: إيجاد خطة الإنتاج المثلى، والتي تحقق أقصى ربح ممكن وشرح النتائج استخدم في ذلك أياً من طرق حل مسائل النقل.

الفصل الثالث

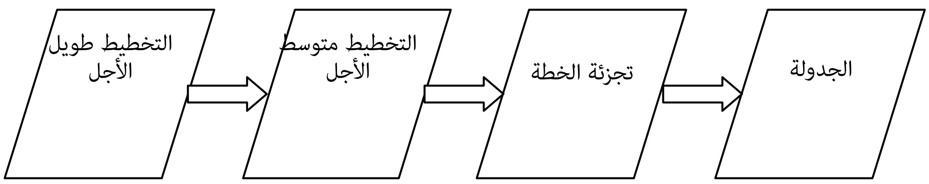
جدولة الإنتاج

1-3 ماهية وأهمية جدولة الإنتاج

الجدولة Scheduling هي عملية تخطيط الإنتاج على مدى فترات قصيرة الأجل: أسابيع، أيام، ساعات، وهي تشمل تخصيص الموارد المتاحة (معدات، عمالة، مواد، مساحات...الخ) على الأوامر الإنتاجية Jobs أو على الأعمال والأنشطة اللازمة، أو على خدمة مجموعة من المستهلكين.

ومن أمثلة ذلك تخصيص آلات معينة لتنفيذ أوامر إنتاجية محددة، أو تخصيص ممرضات أو أطباء للقيام بخدمة مجموعة مرضى، وغيرها.

إن جدولة الإنتاج ما هي في الواقع إلا آخر عملية من عمليات تخطيط الإنتاج: فعمليات تخطيط الإنتاج تبدأ بشكل متدرج من الأعم والأشمل إلى الأكثر تحديداً وتفصيلاً، فتخطيط الإنتاج يبدأ بالتخطيط طويل الأجل أو ما يدعى بتخطيط الطاقة، الذي تشتق منه الخطط متوسطة الأجل أو ما أسميناه التخطيط الإجمالي للإنتاج، بعد ذلك تتم تجزئة الخطة متوسطة الأجل تمهيداً للبدء في عملية الجدولة وكما يوضح ذلك الرسم التالي:



شكل رقم (1) تتابع عمليات تخطيط الإنتاج

وفي الحياة العملية فإن الجدولة تهدف إلى وضع جدول زمني للأنشطة التي سيتم إنجازها، وتوقيت البدء والانتهاء، والموارد المخصصة لكل نشاط من هذه الأنشطة، وتظهر أهمية الجدولة من خلال عدم الأخذ بها في الواقع العملي، إذ سيترتب على ذلك، عدم الاستغلال الجيد للطاقات والموارد المتاحة من جهة، والبطء في تحرك أوامر الإنتاج أثناء العملية الإنتاجية مما سيؤدي إلى التأخير في تسليم الطلبيات وما ينجم عن ذلك من خسائر أو تكاليف إضافية من جهة أخرى.

ونود الإشارة هنا إلى التمييز بين مصطلحين مترادفين هما:

الجدولة Scheduling، وجدولة العمليات Operations Scheduling فالجدولة بشكل عام تعني "تقرير متى وأين تؤدى كل عملية من العمليات اللازمة لإنتاج السلعة أو إنجاز الخدمة، وتعيين الأزمنة اللازمة لبداية ونهاية كل عملية مطلوبة.

أما مصطلح جدولة العمليات فتعني: التحديد الدقيق لتوقيت Timing العمليات المعينة اللازمة لإنتاج السلعة أو إنجاز الخدمة وتحديد دور كل قسم من الأقسام الإنتاجية في أداء هذه الأعمال.

وإذا كانت مضامين الجدولة واضحة في المنظمات الإنتاجية، فهي أيضاً واضحة في المنظمات الخدمية، ففي مصرف مثلاً يتوجب جدولة استقبال الزبائن، وجدولة العمليات المصرفية، وجدولة عمليات الجرد والتدقيق اليومي، وجدولة الأعمال المساعدة على إنجاز الخدمة المصرفية وهكذا.

والجدولة تتم لفترات زمنية تتراوح بين عدة أيام وحتى الشهر، مع ضرورة الأخذ بالحسبان أولويات العمل والنشاط التي تحددها الإدارة يومياً أو أسبوعياً أو شهرياً.

2-3 أهداف الجدولة:

أصبح واضحاً أن الهدف الأساس للجدولة يتمثل في تحديد التوقيتات اللازمة لإنجاز كل عملية من العمليات الإنتاجية، وذلك في إطار الخطة الإجمالية (المتوسطة الأجل) والخطة طويلة الأجل للإنتاج، وهذا بطبيعة الحال سيؤدي إلى خفض التكاليف وتلبية الطلبيات في مواعيدها وبالتالي تحسين حالة الربحية والقوة التنافسية للمنظمة، وبشكل أكثر تركيزاً ووضوحاً نستطيع تحديد أهداف الجدولة في الآتي:

1- تعمل الجدولة على خفض وقت التحضير والإعداد للموارد والعمليات مما سيؤدي إلى توفير طاقة إضافية للمنظمة ناتجة عن تقصير دورة التشغيل.

2- تسعى الجدولة من خلال التحكم في التوقيت والطاقات المتاحة، إلى خفض تكاليف الإنتاج من خلال السرعة في تلبية طلبات الزبائن، وتخفيض حجم المخزون، وأيضاً خفض كمية المخلفات والعوادم.

3- تهدف الجدولة إلى خفض الطاقات العاطلة في الموارد سواء المادية أم البشرية مما سيؤدي إلى حسن استغلال الإمكانات والموارد والطاقات المتاحة، الأمر الذي سيزيد من ربحية المنظمة.

4- من الأهداف المباشرة للجدولة هو سعيها إلى تسليم الطلبيات، أو طرح السلع أو الخدمات في السوق، في المواعيد المتفق عليها مما يحول دون تحمل المنظمة لخسائر إضافية.

3-3 نظام الجدولة

من الطبيعي أن ينظر للجدولة على أنها نظام System وهذا النظام يتكون من عناصر النظام المختلفة وهي:

المـدخلات Inputs، المخرجـات Outputs، القيـود المفروضـة عـلى النظـام، متغـيرات القـرار للنظام، ومعيار الأداء نظام الجدولة وسنقدم فيما يلي شرحاً مختصراً لكل عنصر:

1-3-3 مدخلات نظام الجدولة:

إن مدخلات نظام الجدولـة مـا هـي في الواقـع إلا المعلومـات الـضرورية لعمليـة الجدولـة والمتعلقة بتخصيص الطاقة على الأوامر الإنتاجية، ووضع أولويات الأوامـر، فالمعلومـات المتعلقـة بالطاقة يمكن الحصول عليها من مصادر محددة، مثـل قائمـة العمليـات Operation Sheet والتـي تحدد الموارد المحددة لتنفيذ مهمة محددة، وبيان المواد أو قائمـة المـواد Bill of Materials والتـي تحدد الاحتياجات من المواد والأجزاء لكل عملية إنتاجية، أمـا المعلومـات المتعلقـة بالاحتياجـات من القوى العاملة فيمكن الحـصول عليهـا مـن بنـك المهـارات Skills Bank مـثلاً، والمهـم هنـا أن تتمتع هذه المعلومات بالدقة المطلوبة وتتناسب مع توصيف قوائم العمليات وبيان المواد.

2-3-3 مخرجات نظام الجدولة:

في الواقع أن مخرجات نظـام الجدولـة تتمثـل في اتخـاذ قـرارات تتعلـق بمجموعـة أنـشطة الجدولة وهي:

1- **التحميل** **Loading** وهذا النشاط يعني التوفيق بين الطاقات اللازمة لتنفيذ أوامـر الإنتـاج التي تم استلامها وبين الطاقات المتاحة فعلاً، وتكون نهاية عمليـة أو نـشاط التحميـل هـو تخصيص الأوامر على الآلات، الأفـراد، التـسهيلات الأخـرى وبمـا يـؤدي إلى خفـض تكـاليف التشغيل إلى أدنى حد ممكن.

2- **التتابع** **Sequencing** وهـذا النـشاط يقـصد بـه وضـع أولويـات أو تتـابع تـشغيل الأوامـر الإنتاجية.

3- **المراقبة Controlling** وهذا النشاط يهدف إلى التأكد من حسن تنفيذ وتحميل وتتابع الأوامر الإنتاجية، ويمكن إجراء تعديل على التتابع حسب الحاجة وعمل تسهيل Expediting للأوامر المتأخرة.

3-3-3 القيود **Constraints** المفروضة على نظام الجدولة

إذ أن هناك جملة من القيود الواجب مراعاتها، عند تحقيق الأهداف المنشودة من الجدولة، في ظل تطبيق أي من البدائل المتاحة أمام الإدارة، ومن هذه القيود.

- حدود الطاقة.
- تتابع العمليات التكنولوجية.
- مستلزمات الخطة الإجمالية للإنتاج من المواد والعمالة.
- حجم المخزون الاحتياطي بين المراحل والمتاح منه.
- احتياجات خطة الصيانة Maintenance.

4-3-3 متغيرات القرار لنظام الجدولة **Decision Variables:**

ويقصد بمتغيرات القرار، تلك المتغيرات المؤثرة في عمليات إعداد ومراقبة الجدولة، ويمكن للإدارة التحكم في هذه المتغيرات ومن أمثلة هذه المتغيرات:

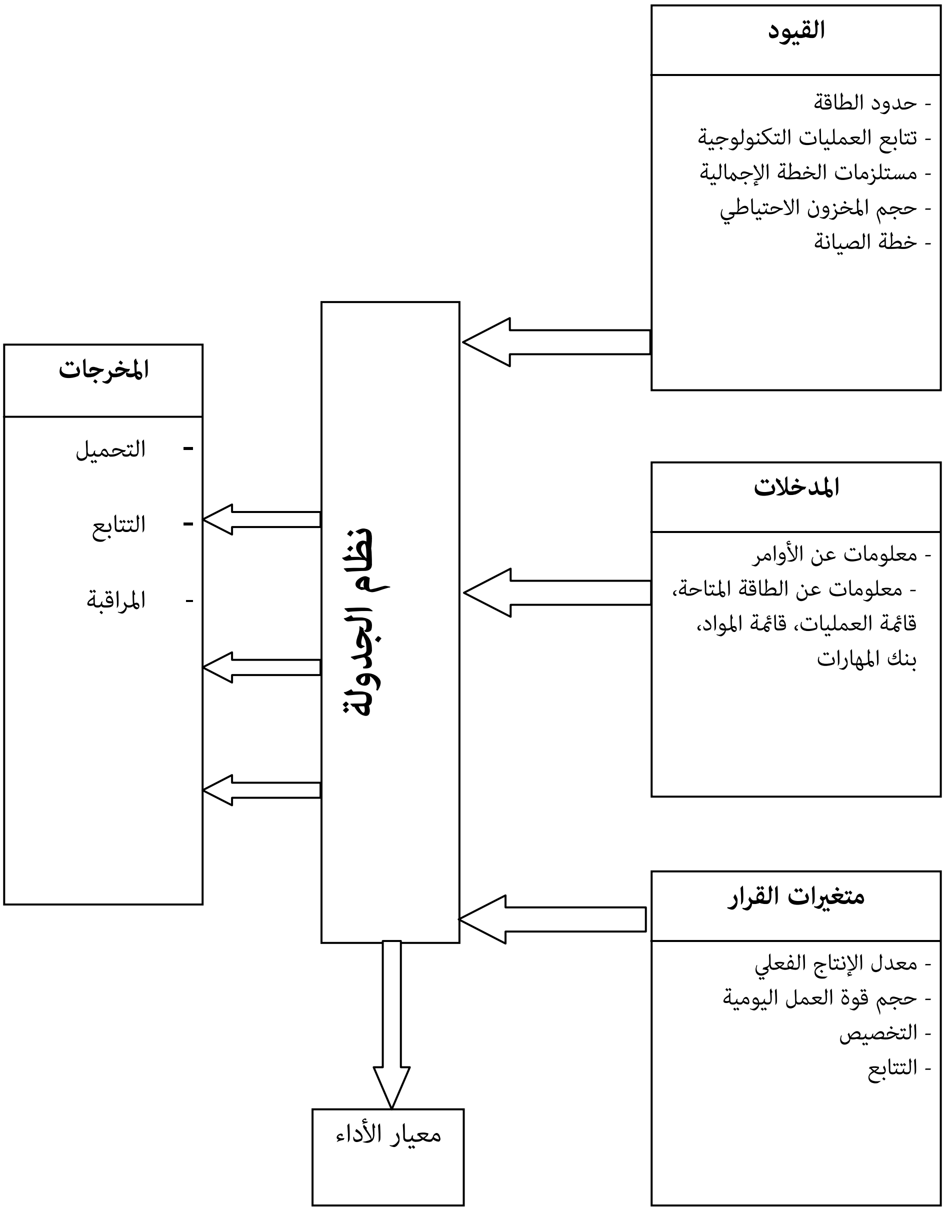
- وضع معدل الإنتاج الفعلي سواء في الوقت العادي أم في الوقت الإضافي.
- حجم قوة العمل اليومية.
- التخصيص Assignment المحدد للأوامر على الموارد: عمالة، آلات، ...الخ.
- التتابع أي تحديد أولويات تتابع الأوامر على مراكز العمل Work Centers.

5-3-3 معيار الأداء لنظام الجدولة: **Performance Criteria**

إذ غالباً ما يتم الحكم على أداء نظام الجدولة من خلال قدرته على تحقيق أهداف الجدولة الأساسية وهي:

الالتزام بمواعيد التسليم للطلبيات، واستغلال الطاقات المتاحة، فالالتزام بالمواعيد يمكن قياسه من خلال مؤشر نسبة الطلبيات المسلمة في المواعيد المتفق عليها Promised إلى إجمالي الطلبيات، أما الحكم على درجة استغلال الطاقة المتاحة فيمكن أن يتم باستخدام مؤشر نسبة الوقت العاطل Idle time لمختلف مراكز العمل المحددة.

والشكل التالي يصور نظام الجدولة الموصوف فيما سبق.



شكل رقم (2) عناصر نظام الجدولة

4-3 التحميل: Loading

ما أن تصل الأوامر الإنتاجية إلى الوحدة الإنتاجية، حتى تبدأ عملية تخصيص هذه الأوامر على مراكز العمل المختلفة في الوحدة الإنتاجية تمهيداً لتنفيذها.

إن عملية التخصيص هذه هي ما ندعوها بالتحميل، ولذلك فالتحميل هو عملية تخصيص أوامر الإنتاج على مراكز العمل بما يؤدي إلى تحقيق أهداف محددة مثل خفض وقت الإنتاج، ووقت العمليات وبالتالي خفض وقت التشغيل الإجمالي، وكذلك تخفيض التكلفة الإجمالية للعمليات.

إن عملية التحميل تتم بسهولة أكبر في ظل عدم تجزئة الأمر الإنتاجي، بمعنى أن التعامل مع هذا الأمر يتم كوحدة واحدة ولا تتم تجزئته على مراكز عمل مختلفة، وفي هذه الحالة يمكن استخدام خارطة جانت Gant Chart لإعداد الجدولة. وفي ظل ظروف وفروض أخرى سنشير إليها لاحقاً، يمكن استخدام طرق البرمجة الخطية مثل النقل، التخصيص، كما تستخدم طرق شبكات الأعمال PERT/CPM، وطريقة الجدولة الأمامية أو العكسية وغيرها. من ناحية ثانية فإن عملية التحميل يمكن أن تتم بصورة مركزية، أي تتم من قبل جهة مركزية واحدة وبحيث تشمل كافة الإدارات مع بعضها، مما سيؤدي إلى تحقيق درجة عالية من التنسيق بينها.

كما يمكن أن تتم عملية التحميل بصورة لا مركزية، أي أن تتم في كل إدارة على حدة.

1-4-3 التحميل باستخدام خارطة جانت:

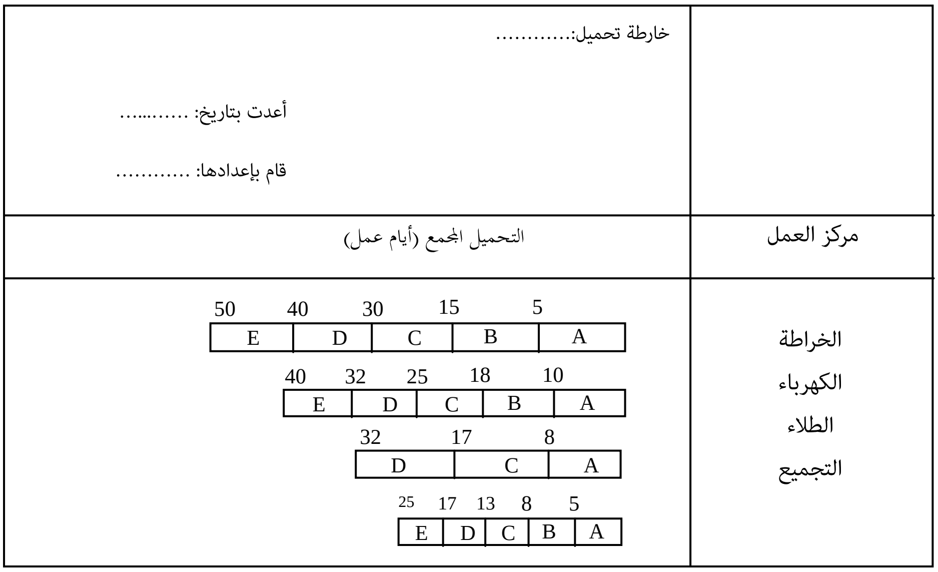
تعد خارطة جانت، الأقدم والأسهل والأوسع انتشاراً بين أساليب التحميل المختلفة، هذه الخارطة قدمها المهندس الأمريكي هنري جانت Henry L.Gant عام 1917 ولذلك سميت باسمه، ومنذ ذلك الوقت وهي تلقى القبول في الحياة العملية وفي منظمات الأعمال المختلفة سواء الإنتاجية أم الخدمية وتعتبر هذه الخارطة أداة لتتبع الأداء

الذي يتم على كل أمر إنتاجي في مركز العمل، بحيث يتم التعرف على مدى التأخير في تشغيل الأمر ومدى تطابق الأداء مع الجدول الموضوع وتحديد وقت التعطل في مراكز العمل.

ونستخدم خارطة جانت مع عملية التحميل الغير محدود، أي أن مراكز العمل أو الآلات يتم تحميلها بصرف النظر عن طاقتها، بمعنى أن تحميل هذه المراكز يتم كما لو كانت طاقة هذه المراكز غير محدودة.

مثال (1):

في أحد مصانع البرادات توجد أربع مراكز عمل هي، الخراطة، الكهرباء، الطلاء، التجميع، وهناك خمس طلبات إنتاج (أوامر إنتاجية) A, B, C,D, E، وأن كل من هذه الأوامر يحتاج إلى أيام عمل في هذه المراكز كما هو مبين في الخارطة التالية:

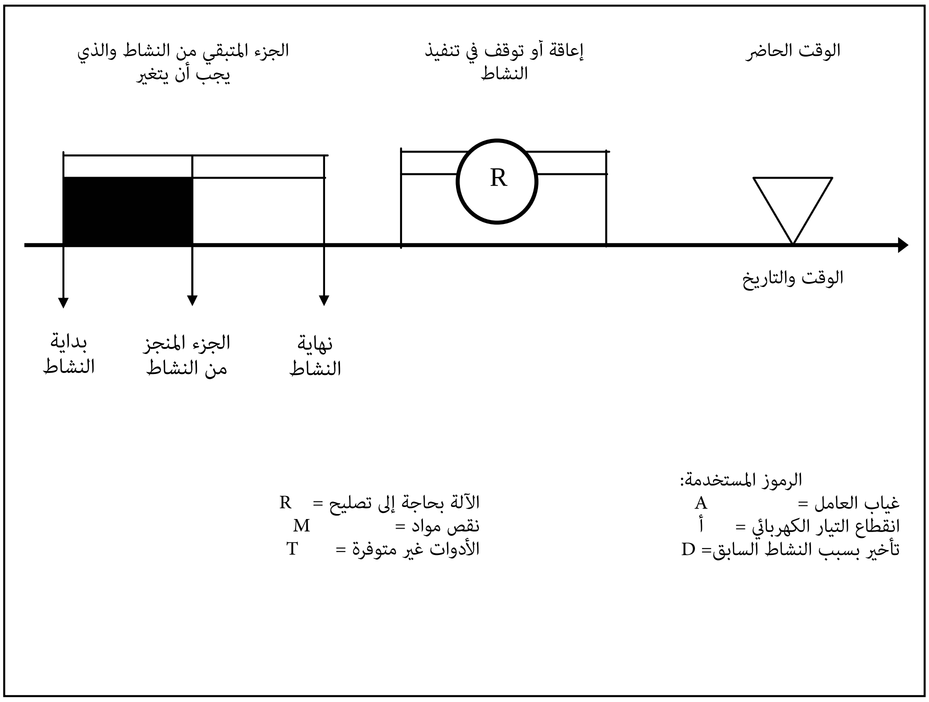


شكل رقم (3) خارطة جانت للتحميل (*)

(.) المصدر: شقرا أكرم 1990، إدارة الإنتاج والعمليات، منشورات جامعية دمشق، ص : 298.

هذه الخارطة تظهر الفترات الزمنية (أيام العمل) اللازمة لكل طلب في مراكز العمل، ولكنها لا تظهر بداية ونهاية العمليات لإنجاز الطلبات، ولا ترتيب هذه الطلبات في مراكز العمل.

وحتى تكون خارطة جانت أكثر وضوحاً ودلالة فقد استخدمت رموزاً خاصة Special Symbols تستخدم لتمثل مهام العمل Work Tasks مع أزمنتها، وهذه الرموز هي التالية:



شكل رقم (4) رموز خارطة جانت (*)

(*) المصدر: التميمي، حسين عبدالله، 1997، إدارة الإنتاج والعمليات (مدخل كمي) الطبعة الأولى، دار الفكر، عمان، ص 543

تعتبر خارطة جانت للتحميل وسيلة سهلة وواضحة لإظهار المعلومات الخاصة بالطلبات (الأعمال المطلوبة من المراكز والمدد اللازمة)، كما تساعد خارطة جانت على إظهار الحاجة إلى إعادة تخصيص الموارد بين مراكز العمل المحملة بأقل مما يجب، ومراكز العمل المحملة بأكثر مما يجب، وتحويل تشغيل الأوامر من مراكز محملة بأكثر مما يجب إلى مراكز محملة بأقل مما يجب.

ومع ذلك فلهذه الخارطة بعض الجوانب السلبية، حيث أنها تحتاج إلى تحديث Updating دائم، كما أنها تظهر حالة ساكنة لا تأخذ في حسابها أي احتمال للتغيير في مدة التشغيل أو في الآلات، أو في وقت الأداء، وإذا حدثت هذه التغييرات ولم تعدل الخارطة ستكون النتائج خاطئة بالطبع.

2-4-3 التحميل باستخدام قواعد الجدولة الأمامية أو العكسية:

في ظل هذه الطريقة يتم تحميل الأوامر على مراكز العمل بناء على تاريخ تسليم الطلب إلى الزبون، وهنا تجري الجدولة باستعمال إحدى القاعدتين:

- الجدولة الأمامية Forward Scheduling.
- الجدولة العكسية Backward Scheduling.

أ- الجدولة الأمامية:

تستخدم هذه القاعدة عندما يكون موعد التسليم محدداً على أساس التسليم في أقرب وقت ممكن، وتحدد هذه القاعدة وقت البدء والانتهاء للطلب الأكثر أهمية، ويتم توزيعه على أول مورد متاح، وبذلك يمكن تحديد متى ينتهي تشغيل هذا الطلب في ذلك المركز.

من عيوب هذه القاعدة أن المخزون قيد الصنع يتراكم أمام مراكز العمل مما يؤدي إلى ارتفاع مستوى هذا المخزون، وبالتالي ارتفاع تكاليفه.

وتتميز هذه القاعدة بالبساطة وتؤدي إلى أداء الأعمال بأقل وقت للانتظار.

ب- الجدولة العكسية:

تستخدم هذه القاعدة عندما تكون مواعيد التسليم محددة، كما تستعمل في خطوط التجميع، وتتم بوضع الطلب الأكثر أهمية في مرحلته الأخيرة في أبعد وقت يؤدي إلى انتهاءه في تاريخ التسليم، ومن ثم يجري طرح زمن كل فعالية أو حادث Event سابق لها، وهكذا حتى نصل إلى حادث البدء، من مزايا هذه القاعدة أنها تؤدي إلى خفض المخزون قيد الصنع وبالتالي خفض تكاليف التخزين، ولكن أي خطأ في تقدير الموارد وكذلك الأوقات التي يجب أن تكون متاحة فيها، يؤدي إلى تعطل في النظام وتأخير في مواعيد التسليم.

3-4-3 التحميل باستخدام طريقة التخصيص:

Loading with the Assignment Method

طريقة التخصيص أو التعيين كما تسمى أحياناً، هي إحدى الحالات الخاصة للبرمجة الخطية، فكرة هذه الطريقة تتمثل في تخصيص عدد محدد من الأوامر الإنتاجية (n) على عدد محدد من مراكز العمل أو الآلات (n) أو بالعكس أي تخصيص عدد محدد من الآلات لإنتاج عدد محدد من الأوامر الإنتاجية.

ومن أبرز استخدامات وتطبيقات طريقة التخصيص هو في مجال التحميل، إذ أنه كما أشير سابقاً فالتحميل ما هو إلا تحميل للأوامر الإنتاجية على مراكز العمل بما يؤدي إلى تقليل الوقت والتكاليف، وهذا ما تسعى إليه طريقة التخصيص من التوصل إلى التخصيص الأمثل Optimal Assignment الذي يؤدي إلى تقليل الوقت أو تقليل التكاليف من جهة وإلى زيادة الأرباح أو الإيرادات من جهة أخرى. لاستخدام طريقة التخصيص لحل مسائل التحميل فإنه ينبغي أن تتوفر في المسألة المدروسة شروط محددة هي في الواقع متطلبات لطريقة التخصيص وهي:

- التخصيص واحد لواحد، أي أمر إنتاجي واحد لكل آلة، وآلة واحدة لإنتاج أمر إنتاجي واحد وغير مجزأ، أي أن عدد الصفوف يجب أن يكون مساوياً لعدد الأعمدة في جدول أو مصفوفة التخصيص، وفي حالة عدم التساوي يجب إضافة صف وهمي Dummy بتكاليف أو أوقات صفرية إذا كان عدد الصفوف أقل من عدد الأعمدة، وإضافة عمود وهمي Dummy بتكاليف أو أوقات صفرية إذا كان عدد الأعمدة أقل من عدد الصفوف.
- يجب أن تتوفر تكاليف التشغيل لكل أمر إنتاجي على كل آلة أو مركز عمل أو أوقات التشغيل الضرورية لتشغيل كل أمر إنتاجي على كل آلة.
- عندما لا ترغب الإدارة بتخصيصات معينة أي عندما لا ترغب بتخصيص آلة ما لإنتاج أمر ما، فإنه في هذه الحالة نضيف إلى مربع التقاطع رقم كبير جداً هو (M) دلالة على أن هذا التخصيص هو تخصيص غير مرغوب، لأن (M) في هذه الحالة تمثل تكلفة كبيرة جداً أو وقتاً طويلاً جداً...

ولتطبيق طريقة التخصيص على مسائل التحميل نقدم المثال التوضيحي التالي:

مثال (2) :

إدارة مصنع الشرق لإنتاج القمصان الرجالية، ترغب بالتوصل إلى إيجاد التخصيص الأمثل لثلاثة طلبيات على خطوطها الإنتاجية الثلاثة بحيث يتم تخصيص طلبية واحدة لكل خط إنتاجي واحد، وقد كانت تكاليف التخصيص للوحدة الواحدة معطاة في الجدول التالي:

الخطوط / الطلبيات	1	2	3
A	200	700	600
B	300	500	600
C	200	300	300

المطلوب: إيجاد التخصيص الأمثل الذي يقلل التكاليف إلى أدنى حد ممكن.

الحل:

إن خطوات الحل لمسائل التخصيص هي كالآتي:

1- اطرح أقل قيمة في كل صف من كل قيمة من قيم ذلك الصف وبذلك نحصل على المصفوفة التالية:

الخطوط / الطلبيات	1	2	3
A	0	500	400
B	0	200	300
C	0	100	100

2- اطرح أقل قيمة في كل عمود من المصفوفة الجديدة لا توجد به أصفار من باقي قيم ذلك العمود وبذلك نحصل على مصفوفة جديدة.

الخطوط / الطلبيات	1	2	3
A	0	400	300
B	0	(100)	200
C	0	0	0

3- أرسم أقل ما يمكن من الخطوط المستقيمة المارة بالقيم الصفرية في المصفوفة الجديدة، فإذا بلغ عدد هذه الخطوط المستقيمة ما يساوي عدد الصفوف أو الأعمدة فإن التخصيص الحالي هو التخصيص الأمثل، وإذا لم يبلغ عدد الخطوط المستقيمة عدد الصفوف أو الأعمدة، عندها يجب تطوير الحل المالي إلى حل جديد أفضل ووفقاً لما يلي:

- حدد أقل قيمة في المصفوفة لا تمر بها الخطوط المستقيمة.
- اطرح هذه القيمة بين كل القيم التي لا تمر بها الخطوط المستقيمة.
- أضف هذه القيمة إلى نقاط تقاطع الخطوط المستقيمة.

- القيم الباقية التي تمر بها الخطوط المستقيمة (ما عدا نقاط التقاطع) تبقى على حالها ودون تغيير.

وبعد الانتهاء من هذه الخطوات الفرعية نقوم برسم الخطوط المستقيمة المارة بالقيم الصفرية من جديد، وإذا لم يتحقق شرط الأمثلية وهو (عدد الخطوط المستقيمة= عدد الصفوف أو الأعمدة) فإننا نقوم بتطبيق هذه الخطوات من جديد على المصفوفة الجديدة حتى يتحقق شرط الأمثلية، وفي مثالنا يبلغ عدد الخطوط المستقيمة المارة بالقيم الصفرية، اثنان فقط، (الأسهم) وهذا يعني أن الحل الحالي يجب تطويره لعدم تحقق شرط الأمثلية ووفق الخطوات السابقة، وبذلك نحصل على المصفوفة الجديدة التالية:

الخطوط / الطلبيات	1	2	3
A	0	300	200
B	0	0	100
C	0	00	0

من المصفوفة الأخيرة نلاحظ أن عدد الخطوط المستقيمة قد بلغ ثلاثة وهو ما يساوي عدد الصفوف وبهذا يكون الحل الحالي هو الأمثل، ومنه نستطيع إيجاد التخصيص النهائي وبالتالي التحميل الأمثل وكما يلي:

الطلبية	الخط الإنتاجي	التكلفة
A	1	200
B	2	500
C	3	300
مجموع التكاليف		1000

قرار التحميل:

على إدارة المصنع أن تقوم بتحميل الطلبية (A) على الخط الإنتاجي الأول، والطلبية (B) على الخط الإنتاجي الثاني، والطلبية (C) على الخط الإنتاجي الثالث، وبذلك تتحقق أقل تكاليف ممكنة إجمالية قدرها 1000 .

وفي نهاية طريقة التخصيص نود الإشارة إلى إمكانية استخدام هذه الطريقة لتعظيم Maximization الأرباح وبخطوات مشابهة إلى درجة كبيرة للخطوات التي استخدمناها في المثال السابق لتقليل Minimization التكاليف.

5-3 التتابع على مستوى الوحدة الإنتاجية

التتابع هي المرحلة التالية لمرحلة التحميل، فالتتابع Sequencing يقصد بها تحديد تتابع تشغيل الأوامر الإنتاجية على مراكز العمل أو الآلات أو المراحل الإنتاجية التي يمر عليها تشغيل هذه الأوامر، وتختلف أساليب التتابع تبعاً لعوامل عدة من أهمها:

1- عدد الأوامر الإنتاجية المطلوب تشغيلها.

2- عدد ونوع مراكز العمل أو المراحل أو الآلات اللازمة لتنفيذ كل أمر إنتاجي.

3- أنماط وصول الأوامر الإنتاجية، أي كيفية ورود أوامر الإنتاج، وهذه الكيفية أما أن تكون:

- ورود الأوامر في لحظة واحدة وقبل بداية الدورة التشغيلية وهو ما يسمى بالنمط الساكن Static pattern.
- ورود الأوامر في أية لحظة أو النمط المتحرك Dynamic Pattern وهو ما يعني أن الأوامر قد تصل قبل أو بعد بداية دورة التشغيل.

ويعد النمط الثاني (المتحرك) اكثر تأثيراً أو إرباكاً للجدولة وهو نمط واسع الانتشار في الحياة العملية مثل المصارف والمستشفيات ومحطات النقل وكذلك في المنظمات الإنتاجية.

4- أنماط انسياب الإنتاج في الوحدة، فأية وحدة إنتاجية تتضمن عدداً من مراكز العمل أو المراحل أو خطوط الإنتاج، وأن إنجاز أمر الإنتاج الواحد قد يتم وفق أحد الأنماط التالية:

- إنجاز الأمر الإنتاجي يتطلب المرور على كافة المراكز أو المراحل الإنتاجية وبالتتابع نفسه لكافة الأوامر وهو ما يدعى بنمط انسياب ثابت Flow-shop .
- إنجاز الأمر الإنتاجي يتطلب عمليات تشغيلية وتدفق معين وحسب مواصفات الأمر وهذا النمط يدعى بنمط الأمر الإنتاجي Job-shop.
- إنجاز الأمر الإنتاجي باستخدام نمط انسياب إنتاج خليط Hybrid من النمطين السابقين.

5- قواعد الأسبقيات أو الأولويات لتنفيذ الأوامر الإنتاجية ومن بين هذه القواعد:

- الوارد أولاً يخدم أولاً First Come, First Served: (FCFS) .
- الوارد أخيراً يخدم أولاً: Last In, First Out (LIFO)
- الأمر العشوائي Random order (Ro)
- أقصر زمن للتشغيل Shortest Operation Time (SOT)

والتي سنقوم باستعراضها وشرحها فيما تبقى من هذا الفصل.

6- معيار تقييم الجدولة للمفاضلة بين بدائل التتابع المتاحة التي تحقق أهداف المنظمة، وبعض معايير تقييم الجدولة تركز على تحقيق معدل استخدام مرتفع للموارد الحرجة للوحدة الإنتاجية، فالأطباء في المستشفى، والأساتذة في المدارس والجامعات وأجهزة تحليل الدم في مخابر التحليل الطبية، تمثل موارد حرجة وتتسبب في ظهور ما

يدعى عنق الزجاجة Bottle Necks، وفي حالات أخرى تكون سرعة تسليم الطلبات ذات أهمية قصوى.

1-5-3 أهم الأساليب المستخدمة في تحديد التتابع:

إن هذه الأساليب تختلف تبعاً للحالة التي يتم في إطارها إعداد عملية التتابع والحالات المحتملة هي:

1- حالة عدة أوامر إنتاجية تستخدم آلة واحدة مع وصول الأوامر في لحظة واحدة.

2- حالة عدة أوامر إنتاجية تستخدم آلتين مع وصول الأوامر في لحظة واحدة.

3- حالة عدة أوامر إنتاجية تستخدم ثلاث آلات مع وصول الأوامر في لحظة واحدة.

4- حالة عدة أوامر إنتاجية تستخدم عدة آلات مع التدفق الثابت ووصول الأوامر في لحظة واحدة.

وسنقدم فيما يأتي شرحاً مختصراً لكل من الحالات.

أولاً: حالة عدة أوامر وآلة أو مرحلة واحدة ووصول منتظم

أي أن نظام التشغيل هنا هو نظام التدفق الثابت Flow-Shop.

مثال (3):

تلقت ورشة الصيانة في شركة كهرباء العاصمة وهي ورشة وحيدة، خمس طلبات (أوامر) إصلاح لشبكة الكهرباء هي (E,D,C,B,A) وفيما يلي الوقت اللازم لإصلاح كل عطل من أعطال الشبكة.

العطل	A	B	C	D	E
زمن الإصلاح بالدقيقة	60	20	30	40	15

المطلوب تحديد التتابع المناسب لتنفيذ عملية إصلاح هذه الأعطال من قبل الورشة وبما يحقق أقصر زمن للتشغيل.

الحل:

إن متوسط زمن التشغيل يعتمد على أسلوب التتابع المستخدم ووفقاً لقواعد الأولويات المختلفة ومن بينها:

- قاعدة أقصر زمن للتشغيل Shortest Operation Time (SOT)
- قاعدة: الوارد أولاً يخدم أولاً: First come, First ser ved (FCFS)
- قاعدة: الوارد أخيراً يخدم أولاً: Last In, First out (LIFO)

1- الحل وفق قاعدة أقصر زمن للتشغيل (SOT)

الترتيب	زمن الإصلاح بالدقيقة	زمن الانتظار	زمن التشغيل
E	15	0	15
B	20	15	35
C	30	35	65
D	40	65	105
A	60	105	165
مجموع زمن التشغيل (بالدقيقة)			385

إذاً فمتوسط زمن التشغيل = $\frac{385}{5}$ = 77 دقيقة

2- الحل وفق قاعدة: الوارد أولاً يخدم أولاً (FCFS)

الترتيب	زمن الإصلاح بالدقيقة	زمن الانتظار	زمن التشغيل
E	60	0	60
B	20	60	80
C	30	80	110
D	40	110	150
A	15	150	165
مجموع زمن التشغيل (بالدقيقة)			565

إذاً فمتوسط زمن التشغيل = $\frac{565}{5}$ = 113 دقيقة

3- الحل وفق قاعدة الوارد أخيراً يخدم أولاً: (LIFO)

الترتيب	زمن الإصلاح بالدقيقة	زمن الانتظار	زمن التشغيل
E	15	0	15
D	40	15	55
C	30	55	85
B	20	85	105
A	60	105	165
مجموع زمن التشغيل (بالدقيقة)			425

إذاً فمتوسط زمن التشغيل = $\frac{425}{5}$ = 85 دقيقة

ويمكننا تلخيص نتائج الترتيب وفق القواعد الثلاثة:

القاعدة	متوسط زمن التشغيل بالدقيقة	زمن الانتظار
أقصر زمن للتشغيل	77	(1)
الوارد أولاً يخدم أولاً	113	(3)
الوارد وأخيراً يخدم أولا	85	(2)

يتضح من الجدول السابق أن قاعدة أقصر زمن للتشغيل هي الأفضل لأن متوسط زمن التشغيل في ظل هذه القاعدة هو 77 دقيقة.

ثانياً: حالة عدة أوامر وعدد آلات أو مراحل اثنتان ووصول منتظم.

وفي ظل هذه الحالة يتوجب تحديد التتابع لتشغيل الأوامر على الآلتين أو مركزي العمل المتاحين، لحل مسألة التتابع في هذه الحالة تستخدم طريقة جونسون Johnson والتي سيتم شرحها من خلال المثال الآتي:

مثال (4):

بالعودة إلى مثالنا رقم (3) لنفترض أن عملية إصلاح أعطال شبكة الكهرباء تتم على مرحلتين (عمليتين) هما: الكشف، الإصلاح، وبافتراض أن الزمن اللازم لإصلاح الأعطال الخمسة في كل مرحلة من المرحلتين معطاة كما يأتي:

الأعطال (الأوامر)	المرحلة (1) زمن الكشف بالدقيقة	المرحلة (2) زمن الإصلاح بالدقيقة
A	32	18
B	5	15
C	20	10
D	15	25
E	6	19

المطلوب تحديد التتابع المناسب لتلك الأوامر في ورشة الصيانة وعلى المرحلتين.

الحل:

إن تطبيق طريقة جونسون يتم وفق الخطوات التالية:

1- حدد أقل وقت للتشغيل في المرحلتين، فإذا كان الوقت المحدد يقع في عمود المرحلة الأولى، خصص الأمر بقدر الإمكان أولاً (أي في بداية التتابع)، أما إذا كان الوقت المحدد الأصغر في عمود المرحلة الثانية، خصص الأمر بقدر الإمكان في نهاية التتابع.

2- ألغي الأمر الذي تم تحديد ترتيب له.

3- كرر الخطوة رقم (2) إلى أن يتم تحديد الترتيب لجميع الأوامر.

4- في حالة التعادل خصص الأمر صاحب الوقت الموجود بالعمود الأول من اليمين والأمر صاحب الوقت الموجود بالعمود الثاني من اليسار وبتطبيق هذه الخطوات على مثالنا نجد ما يلي:

– إن أقل زمن تشغيل في المرحلتين هو (5) وهو زمن تشغيل الأمر (B) في المرحلة الأولى:

نهاية				↓
				B

وبذلك يتم إلغاء أزمنة الأمر (B)

– إن أقل زمن تشغيل لباقي الأوامر هو (6) وهو زمن تشغيل الأمر (E) في المرحلة الأولى:

			↓	
			E	B

وبعد إلغاء أزمنة الأمر (E):

– إن أقل زمن تشغيل لباقي الأوامر هو (10) وهو زمن تشغيل الأمر (c) في المرحلة الثانية

↓				
C			E	B

وبعد إلغاء أزمنة الأمر (C):

– إن أقل زمن تشغيل لباقي الأوامر هـو (15) وهـو زمـن تـشغيل الأمـر (D) في المرحلـة الأولى

		↓		
B	E	D		C

وبعد إلغاء أزمنة الأمر (D):

– فإن المتبقي فقط هو الأمر (A) وزمن التشغيل الأقل له هو (18) في المرحلة الثانية.

			↓	
B	E	D	A	C

وهكذا فإن التتابع الأمثل والنهائي والذي يخفض الزمن الضائع إلى أدنى حد هـــو: B → E →
C → D → A

ثالثاً: حالة عدة أوامر وعدد آلات أو مراحل يساوي ثلاثة ووصول منتظم

تستخدم مع هذه الحالة، أيضاً طريقة جونسون، ومع أن هذه الحالـة معقـدة نـسبياً فـإن حلها باستخدام طريقة جونسون المستخدمة في الحالة السابقة لا بد أن يتم في ظـل تـوفر شرطـاً من الشرطين التاليين:

- أن يكون أقل زمـن مـن أزمنـة تـشغيل الأوامـر عـلى الآلـة الأولى أو مركـز التـشغيل الأول مساوياً أو أكبر من أكبر أزمنة تشغيل الأوامر على الآلة الثانية.
- أن يكون أقل زمن من أزمنة تشغيل الأوامر على الآلة الثالثة (أو مركـز التـشغيل الثالـث) مساوياً أو أكبر من أكبر أزمنة تشغيل الأوامر على الآلة الثانية.

فإذا توفر أحد الشرطان في الحالة أمكن استخدام طريقة جونسون لتحديد التتابع الأمثل لكن بعد إجراء تحوير على المسألة بحيث تتحول الحالة من حالة ثلاث آلات إلى آلتين وذلك عن طريق دمج أزمنة تشغيل الآلتين الأولى والثانية في عمود واحد وبزمن إجمالي للآلتين، وكذلك دمج زمن تشغيل الآلتين الثانية والثالثة في عمود واحد ثان وبزمن إجمالي للآلتين الثانية والثالثة.

وبذلك تتحول المسألة إلى حالة آلات اثنتين وبعدها تطبق طريقة جونسون.

رابعاً: حالة عدة أوامر وآلات أو مراحل عديدة، ووصول منتظم

وهي حالة معقدة بسبب العدد الهائل من احتمالات التتابع الممكنة والتي تبلغ (ن!)م حيث ن تمثل عدد الأوامر و (م) تمثل عدد الآلات أو العمليات.

فإذا كان عدد الأوامر (4) وعدد الآلات (4) فإن

بدائل التتابع الممكنة= $(!4)^4 = (1\times2\times3\times4)^4 = (24)^4 = 331776$

وبالتالي قد يبدو من المستحيل حل هذه الحالة بالطرق اليدوية، ولذلك تم تطوير برامجيات جاهزة Backages لحل هذا النوع من الحالات.

6-3 جدولة الخدمات في المنظمات الخدمية

على الرغم من صعوبة جدولة الخدمة المقدمة بسبب خصائص الخدمة ذاتها مثل: عدم وجود مخزون من الخدمات الجاهزة، وغالباً ما يكون طالب الخدمة راغباً في الحصول على الخدمة بجودة عالية وبأسرع وقت، إضافة إلى صعوبة التنبؤ بعدد العملاء طالبي الخدمة، ومع كل ذلك فإن نظم تقديم الخدمة تقسم إلى نوعين أساسيين تبعاً لنوع الخدمة المقدمة وهما:

1- نظام تقـديم الخـدمات النمطيـة Standardized أي الخـدمات المعروفـة وذات المواصـفات الثابتة وهنا تكون الجدولة ثابتة ومن أمثلة هذه الخدمات: خدمة البريد، خدمـة النظافـة العامة، مكاتب حجز التذاكر.

2- نظام تقديم الخدمات المرنة أي المتماشية مع حاجات العميل Customized، أي أن جـدول الخدمة يختلف من عميل إلى آخر مثل: خدمة الدخول للمستشفى.

ويكون الهدف الأساسي من جدولة تقديم الخدمات هو الوصول إلى حالة التناسق بين تدفق العملاء إلى مركز تقديم الخدمة والقدرة على تقديم الخدمة، على الرغم من صعوبة تحقيق ذلك تماماً في الحياة العملية بسبب الطبيعة العشوائية للطلب على الخدمة، وكذلك الاختلاف العشوائي في معدل تقديم الخدمة بحسب ظروف كل عميل.

ولتحقيق جدولة نظم تقديم الخدمة يمكن استخدام نظرية صفوف الانتظار أو مـا تـسمى بنظريـة الطـوابير Queuing Theory والتـي تلقـى تطبيقـات هامـة في المـصارف والمستـشفيات ومحطات البنـزين ومراكز الصيانة وغيرها.

أسئلة وتمارين

1- ناقش ماهية وأهمية الجدولة

2- أوضح أهداف الجدولة.

3- الجدولة هي نظام: أوضح مدخلات ومخرجات والعناصر الأخرى لهذا النظام.

4- اشرح مضمون التحميل وقارن بين أساليب التحميل المختلفة.

5- شركة الطيران العربية المتحدة تمتلك (3) طائرات وتخدم ثلاث عواصم عربية هي دمشق، عمان، بيروت، وخلال الأسبوع الواحد فإن جدولة اقلاع وهبوط الطائرات من وإلى العواصم الثلاثة هو كالآتي:

رقم رحلة	وقت الرحيل (الإقلاع)	وقت الوصول (الهبوط)	من	إلى
1	9.00	12.00	دمشق	عمان
2	10.00	13.00	دمشق	عمان
3	15.00	18.00	دمشق	عمان
4	4.00	7.00	عمان	دمشق
5	11.00	14.00	عمان	دمشق
6	15.00	18.00	عمان	دمشق
7	20.00	24.00	دمشق	بيروت
8	22.00	2.00	دمشق	بيروت
9	7.00	11.00	بيروت	دمشق
10	15.00	19.00	بيروت	دمشق

والمطلوب إيجاد أفضل توزيع للطائرات على الخطوط الثلاثة المختلفة يومياً، إذا كان معلوماً أن تكلفة الانتظار هي حوالي 300 دينار للساعة الواحدة.

6- مصنع أكتوبر لإنتاج السجاد، تلقى (3) طلبات إنتاج وكل طلبية تتضمن (200) وحدة والمصنع يمتلك (3) خطوط إنتاج، وترغب إدارة المصنع الوصول إلى التخصيص الأمثل لهذه الطلبيات على الخطوط الإنتاجية، بحيث تخصص كل طلبية على خط واحد، وبما يؤدي إلى خفض وقت الإنتاج، علماً بأن أوقات إنتاج الوحدة الواحدة من السجاد على كل خط إنتاجي بالسرعة .

الخط الإنتاجي / الطلبية	1	2	3
1	10	8	15
2	5	12	10
3	20	13	18

المطلوب : إيجاد التخصيص الأمثل.

7- شركة الشرق لإنتاج المنتجات الغذائية، تلقت (6) طلبيات هي (A,B,C,D,E,F) على منتجاتها، وقد قدرت أزمنة إنجاز هذه الطلبيات على الخط الإنتاجي الوحيد الذي تمتلكه الشركة بالأيام كما يلي:

الطلبية	A	B	C	D	E	F
زمن الإنجاز بالأيام	12	16	9	22	40	30

المطلوب تحديد التتابع المناسب لإنجاز الطلبيات وبما يحقق أقصر زمن للإنجاز.

8- بافتراض أن شركة الشرق أدخلت خط إنتاجي ثاني في الإنتاج، وتريد استخدامه في إنجاز الطلبيات الستة، على فرض أن كل طلبية يتطلب إنتاجها التشغيل على الخط الإنتاجي الأول (ووفقاً للأزمنة المعطاة في التمرين السابع) كذلك التشغيل على الخط الإنتاجي الثاني وذلك وفقاً للأزمنة التالية:

الطلبية		1	2	3	4	5	6
زمن الإنجاز بالأيام	على الخط الأول	12	16	9	22	40	30
	على الخط الثاني	8	20	32	15	25	10

المطلوب: استخدام طريقة جونسون لإيجاد التتابع الأفضل لإنجاز الطلبيات.

الفصل الرابع
الرقابة على الإنتاج

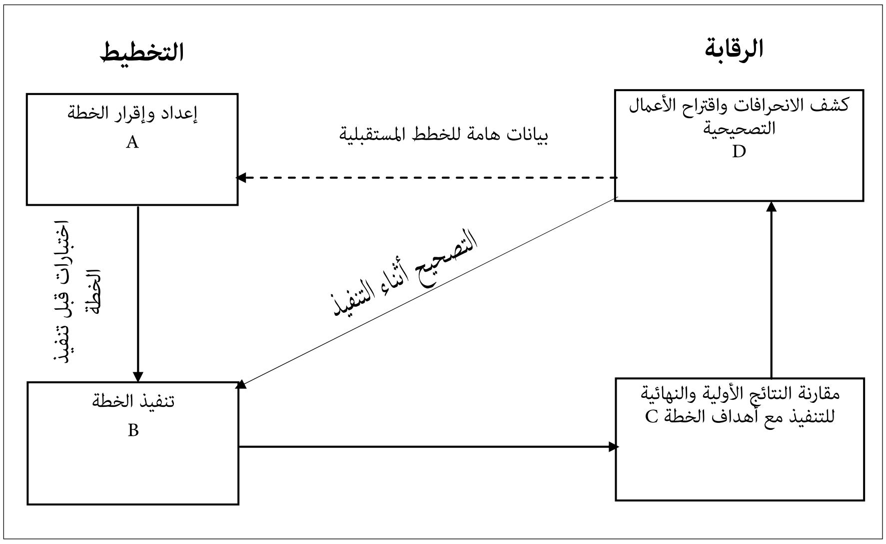
1-4 مقدمة

إن دورة النشاط في أية منظمة كانت، لا تكتمل بدون الرقابة Control، فإلى جانب كون الرقابة إحدى الوظائف الهامة للإدارة، فهي تعد نشاط تنفيذي هام، إذ كثيراً ما أصبحنا نلاحظ قسم متخصص بأنشطة الرقابة على مختلف نواحي النشاط: الإنتاجية، المالية، التسويقية وغيرها في منظمات الأعمال، وفي نفس الوقت تستعين هذه المنظمات بخبراء خارجين متخصصين في الأنشطة الرقابية، ففي ظل حرص أية منظمة على خفض تكاليف الإنتاج والتشغيل والمصاريف الإدارية والبيعية، والمحافظة على المستويات المطلوبة للجودة، وبنفس الوقت الاستغلال الأمثل لموارد محدودة وتتميز بالندرة، فإن النشاط الرقابي يكتسب أهمية قصوى في ظروف المنافسة الشديدة في عالم أعمال اليوم، فأياً كانت دقة وعلمية وموضوعية الأنشطة التخطيطة أثناء وضعها، كثيراً ما ترافق عملية تنفيذ الخطط ظروف وأحداث قد تكون إيجابية أو سلبية يمكن أن تغير في سيرورة النشاط العام مما يتطلب توقع هذه الظروف والأحداث قبل وقوعها أو على الأقل إزالة مسبباتها في بداية وقوعها، وكل ذلك بهدف المحافظة على سير النشاط العام للمنظمة وفقا لما هو مخطط له، وهذا هو في الواقع جوهر وظيفة النظام الرقابي.

أما في المجال الإنتاجي فقد ازدادت أهمية الوظيفة الرقابية بدرجة كبيرة، والسبب الرئيسي في ذلك هو الحصول على المنتوج النهائي بالمواصفات المطلوبة وبأقل تكاليف ممكنة، وفي الظروف الراهنة وفي ظل المفاهيم الإدارية الحديثة فإن الرقابة على الإنتاج أضحت مسؤولية أي فرد في التنظيم.

2-4 ماهية وأهمية الرقابة على الإنتاج

الرقابة بمفهومها العام تعبر عن الأسس التي بمقتضاها تتم المقارنة بين مستويات التنفيذ الفعلي، وبين الأهداف أو الخطط الموضوعة، وذلك لكشف الانحرافات وتحديد أسبابها واقتراح الإجراءات التصحيحية. كما ينظر إلى الرقابة على أنها عملية استباق الأحداث لتلافي الانحرافات. والرقابة هي عملية مستمرة ما دام التخطيط والتنفيذ قائمين، فالرقابة تبدأ مع وضع الخطط، فهي تزود المخططين ببيانات هامة عن دورات التخطيط والتنفيذ السابقة، كما أن الرقابة ترافق عملية تنفيذ الخطط أي وضع هذه الخطط موضع التطبيق العملي، وتكون مهمة الرقابة هنا هي اكتشاف أي خلل يمكن أن يرافق تنفيذ الخطط وبمجرد حدوثه وإزالة أسباب هذا الخلل، ومن جهة ثالثة فالرقابة تلي التخطيط والتنفيذ، من خلال عمليات التقييم وقياس النتائج ومستويات نجاح الخطة الحالية، واستخدام هذه النتائج في دورات التخطيط القادمة، وكما يصور الشكل التالي:



الشكل رقم (1) دورة التخطيط والرقابة

أمـا الرقابـة عـلى الإنتـاج Production control فتعـرف عـلى أنهـا : مجموعـة القواعـد والإجراءات التي تهدف إلى تنسيق أداء الموارد الإنتاجية المتاحة وتحقيق أعلى مستويات الكفاءة الإنتاجية.

من التعريف أعلاه يمكن استنتاج أساسيات وإجراءات الرقابة على الإنتاج وهي:

- وضع خطة الرقابة وتطوير معدلات ومعايير الأداء المستهدف أو المخطط.
- تعميم هذه الخطة على الجهات المعنية كافة.
- قياس الأداء الفعلي بالاعتماد على مقاييس ومؤشرات معينة.
- مقارنة نتائج القياس مع المعدلات والمعايير المستهدفة.
- تقديم التقارير إلى الجهات المسؤولة تتضمن الانحرافات المكتشفة وأسبابها.
- اقتراح الحلول العلاجية أو التصحيحة لهذه الانحرافات.

إن إجراءات الرقابة على الإنتاج قابلة للتغيير مع أي تغيير يحصل في المنظمة، في كمية الإنتاج أو في مراحل أو عمليات الإنتاج، وإن كانت هذه الإجراءات في إطارها العام تبقى على حالها ودون تغيير، كما أن أشكال وإجراءات الرقابة على الإنتاج تختلف حسب نوع النشاط، ونمط الإنتاج Production Type وحسب حجم المنظمة.

3-4 أهداف الرقابة على الإنتاج

الهدف الاستراتيجي لوظيفة الرقابة على الإنتاج يتمثل في التأكد من الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة، والوصول إلى افضل مستوى من الكفاءة الإنتاجية للمنظمة أما الأهداف المحددة لهذه الوظيفة فهي التالية:

- تقديم صورة واضحة عن كميات الإنتاج الفعلية الجيدة أو المرفوضة منها، مقارنة مع كميات الإنتاج المخططة ومستويات الجودة المطلوبة.

- تقديم صورة عن الكميات المرسلة لمستودعات الإنتاج، وعن الكميات التي تـم اسـتخدامها في عمليات الإنتاج.
- إعطاء تصور واضح عن مستوى خدمات الإنتاج وحجم ونوع الأعطال في خطوط الإنتاج.
- مراقبة كل من الطاقة الإنتاجية المخططة وكذا مراقبة أولويات الإنتاج المخططة.

4-4 خطوات الرقابة على الإنتاج

ونقصد بهذه الخطوات، الإجراءات العملية أو التنفيذية للرقابة على الإنتاج وهي:

1-التخطيط Planning :

فبعد وصول الأمر الإنتاجي Job سواء من الزبون مباشرة أو مـن المخـازن إلى إدارة الإنتـاج، يتم تقسيمه إلى مكوناته وإعداد قائمـة بنيـة المنتـوج، ثـم وضـع قائمـة المـواد والأجـزاء الواجـب شراءها أم تصنيعها.

2- المسار التصنيعي Routing:

حيث يحدد الطريق الذي سيسلكه العمل في الداخل، ومن الذي سيقوم بالعمل وأين يـتم إنجازه ، وكذلك تحديد تتابع العمليات الخاصة بجزء واحد وفي علاقته بالأجزاء الأخرى.

3- الجدولة Scheduling:

وتعني وضع الجداول الزمنية التي تحكم حركة العمل أثناء الإنتاج وهذه الجداول هي:

- الجدول الرئيسي: وهو يبين عدد الوحدات الواجب الإنتهاء منها كل شهر أو أسبوع...
- الجداول الأسبوعية للإدارات: وتبين الإنتاج لمتوقع من كل أجزاء المنتوج في كل إدارة على حدة وفي كل أسبوع من أسابيع دورة الإنتاج.
- جداول التحميل المسبق: تعد لكل إدارة وتبين حجم العمل المنتظر إدخاله إلى الإدارات المختلفة بعد أن تنتهي الأعمال الجارية فيها.

4- الإرسال Dispatching:

يشير الإرسال إلى إعداد وإصدار تعليمات العمل إلى المراكز التشغيلية المختلفة وفي هذه المرحلة يتم إعداد الطلبات للمواد والتوريدات كما يتم التحقق من أن الأدوات اللازمة قد تم تجميعها، ويهدف الإرسال وفق إجراءات معينة للمتابعة إلى التأكد من التقدم الذي يحدث في كل عمل ووفقاً لما هو محدد في المسار التصنيعي.

5-4 أنماط الرقابة على الإنتاج

ثمة أنماط عديدة للرقابة على الإنتاج، وهذه الأنماط تختلف باختلاف الظروف الإنتاجية لأية منظمة، كما يمكن للمنظمة الواحدة استخدام أكثر من نمط رقابي حسب طبيعة المنتجات والظروف، وغالباً ما يتبع نمط الرقابة على الإنتاج، نمط الإنتاج ذاته.

1-5-4 الرقابة على الإنتاج المتقطع أو ما يسمى بالإنتاج حسب الطلب

فالإنتاج حسب الطلب، هو نمط إنتاجي يستخدم لتلبية أو لتنفيذ أوامر إنتاجية مقدمة سواء من الزبائن مباشرة أم من المخازن بسبب نقص حاصل في مخزون منتج ما، وبطبيعة الحال فإن الأوامر الإنتاجية المقدمة من الزبائن مباشرة تختلف من حيث الكمية والمواصفات ومواعيد التسليم وغيرها.

وهذا ما يجعل مهمة الرقابة على الإنتاج أكثر صعوبة، ففي هذه الحالة يتم تزويد العاملين بطبيعة العمل الواجب القيام به من قبلهم، وكيفية تنفيذ هذا العمل، وما هي العمليات التي يجب أن يتضمنها، وما هي الآلات والمعدات التي يتم استخدامها، والوقت المطلوب لتنفيذ هذا العمل، ومسار المناولة، وغيرها.

ووظيفة الرقابة على الإنتاج تتطلب الحصول على بيانات ومعلومات عن الإنتاج لكل جزء من المنتوج ولكل عملية، ولكل وحدة منتوج كاملة، سواء من حيث الكمية أو المواصفات أو توقيت الإنجاز، فالمنظمة ضمن هذا النمط الإنتاجي ملزمة بتسليم هذه الطلبيات في مواعيدها المحددة وبالمواصفات والكميات المطلوبة، وهنا لا بد من إصدار ونشر التعليمات والإرشادات الضرورية الخاصة بكل طلبية، ثمة وجهة نظر أخرى حول نمط الرقابة على الإنتاج المتقطع، وذلك بتطبيق ما يدعى بنمط الرقابة الاختياري Selective Control ، وبموجب هذا النمط الرقابي يتم إخضاع عناصر المنتج ذات القيمة المرتفعة لرقابة دورية Periodic control في حين تخضع العناصر ذات القيمة الأقل أو المنخفضة القيمة إلى نمط رقابي أقل تكلفة، وبرأينا فوجهة النظر هذه إنما تشير إلى الرقابة على المواد الداخلة في الإنتاج، والمواد تحت التشغيل، أكثر من كونها تشير إلى نمط رقابي متكامل على الإنتاج.

4-5-2 الرقابة على الإنتاج المستمر

ففي ظل نمط الإنتاج المستمر يتم إنتاج كميات كبيرة نمطية أو متجانسة، وعلى خط إنتاجي وخلال فترة محددة من الزمن وهي دورة الإنتاج، ولما كانت مواصفات الإنتاج واحدة تقريباً فإن مستلزمات العملية الإنتاجية هي الأخرى متشابهة أو ثابتة تقريباً، فالمواد والأجزاء والعمليات والمراحل الإنتاجية هي ذاتها، لذلك فإن مهمة الرقابة على الإنتاج في ظل هذا النمط الإنتاجي تبدو أسهل منها في حالة الإنتاج المتقطع، فالتعليمات والإرشادات تعطى لمرة واحدة، والحاجة إلى تكرار هذه التعليمات والإرشادات ليست

كبيرة، فكثيراً ما يكتسب العامل خبرة ومقدرة على إنتاج ما هو مطلوب منه بدونها، وغالباً ما تكون مهمة الرقابة على الإنتاج هي برمجة الإنتاج أي تحديد الفترة الزمنية اللازمة لتشغيل خط الإنتاج خلال فترة الإنتاج، وإذا حدثت أية انحرافات عن إنتاج الكميات المطلوبة في المواعيد المحددة لها، فيمكن تصحيح هذه الانحرافات بأحد أسلوبين :

- إما بزيادة عدد ساعات التشغيل للخط الإنتاجي.
- أو بزيادة عدد العاملين على الخط الإنتاجي.

ويمكن استخدام الأسلوبين معاً.

ونود الإشارة إلى التأثير الهام لنمط الترتيب الداخلي للمصنع على وظيفة الرقابة إيجاباً أو سلباً...

4-5-3 الرقابة على الإنتاج وفقاً لتشابه العمليات

Similar Process Production

إن نمط الإنتاج وفقاً لتشابه العمليات يجمع بين النمطين السابقين، وهو يقوم على فكرة: إنتاج منتجات نمطية ولكن بصورة متقطعة على نفس خط الإنتاج، وهذا النمط الإنتاجي يتطلب ضرورة إعادة إعداد التجهيز الآلي لبعض محطات العمل داخل خط الإنتاج بعد الانتهاء من إنتاج منتج معين وقبل الشروع في إنتاج منتج آخر .. وتكون مهمة الرقابة على هذا النمط الإنتاجي محصورة في تحديد كمية الإنتاج وتواريخ بدء الإنتاج والانتهاء منه لكل منتج على حدة ، وفي حالة إمكانية إنتاج كل المنتجات وفقاً لنفس التجهيز الآلي، فإن مهمة الرقابة تتمثل في تحديد التتابع الأفضل وإقرار الأسبقيات فيما بين المنتجات المختلفة.

6-4 العوامل المؤثرة على وظيفة الرقابة على الإنتاج

يتأثر نشاط الرقابة على الإنتاج بالعديد من العوامل نذكر منها ما يلي:

1- نمط الإنتاج:

ففي ظل نمط الإنتاج المتقطع أو حسب الطلب، فإن مهمة الرقابة على الإنتاج تهدف إلى التنسيق بين طاقة الإنتاج المتاحة وبين احتياجات الطلب، لاكتشاف أية فجوة بينهما واقتراح الإجراءات والأساليب المناسبة لردم هذه الفجوة.

أما في ظل نمط الإنتاج المستمر فإن مهمة الرقابة تتمثل في تنسيق تدفق العمليات بمعدل معين يتفق ومعدل الإنتاج المخطط، وتكون عملية الرقابة هنا عملية مستمرة ومتتابعة.

2- حجم المنظمة والترتيب الداخلي لها:

فكلما كان حجم المنظمة، أو بشكل أدق قسم الإنتاج، أكبر كلما تعقدت مهمة الرقابة على الإنتاج، والعكس من ذلك صحيح، أي كلما كان الحجم صغيراً كلما كانت مهمة الرقابة أسهل.

أما الترتيب الداخلي لقسم الإنتاج فله تأثير مباشر على مهمة النشاط الرقابي على الإنتاج، فكلما زادت مرونة الترتيب الداخلي ، كلما ساعد ذلك إدارة الإنتاج والعمليات على تحديد سير العمل والرقابة عليه بأفضل الطرق.

3- نظام الجدولة:

فنجاح عملية الجدولة يعتمد على قدرة العاملين والإداريين والمشرفين على تفهم ما هو مطلوب منهم، فوضوح عملية الجدولة يسهل من مهمة تنفيذ الأعمال المطلوبة وبالتالي تسهيل مهمة الرقابة على الإنتاج.

4- تصميم المنتوج:

فكما هو معروف كلما كان تصميم المنتوج بسيطاً كلما سهلت مهمة الرقابة على الإنتاج، وكلما كان التصميم معقداً أدى ذلك إلى تعقد عملية الرقابة، والتصميم الأفضل هو الذي تشترك في وضعه إدارة الإنتاج والعمليات، ومع أن تغيير التصميم أمر مطلوب بين كل فترة وأخرى، لكن ليس من الاقتصادي إحداث تغيير في النظام الإنتاجي في كل مرة يتغير فيها تصميم المنتوج، إذ يفضل التغيير في التصميم الذي لا يتطلب تغييراً واسعاً في النظام الإنتاجي، وعمليات التغيير هذه ستؤدي بالتالي إلى تعقد مهمة الرقابة على الإنتاج.

من جهة ثانية فإن التغيير المتكرر في ترتيب أسبقيات Priorities الإنتاج سيؤدي إلى إرباك العاملين في مراقبة الإنتاج.

5- قوة العمل:

فالأنشطة المختلفة لإدارة القوى البشرية، من حسن الاختيار والتدريب، والعمل على تحقيق مصلحة الأفراد، ستؤدي إلى إشاعة حالة الاستقرار والانتماء والانتظام في سير العمل وبالتالي تنفيذهم للمهام الموكلة لهم بأفضل الطرق، وبالتالي تسهيل مهمة الرقابة على الإنتاج.

6- انسياب المعلومات Information Flow:

وخاصة تلك المتصلة بالنشاط الإنتاجي بين إدارة الإنتاج وأقسامها ومواقع الإنتاج والعاملين فيها، فكلما تدفقت المعلومات من أعلى إلى اسفل وبالعكس، كلما أمكن الحصول على المعلومات الدقيقة عن مقدار العمل المنجز، الطاقات الإنتاجية الفعلية، أرصدة المواد، صعوبات الإنتاج والاختناقات وغيرها، كما يمكن للعاملين الاطلاع على أحدث، وأدق البيانات المتصلة بالأوامر الإنتاجية، من حيث كمياتها ومواصفاتها

ومواعيد تسليمها، وغيرها مما ستكون له آثار إيجابية على حسن سير العمل وبالتالي تسهيل مهمة الرقابة على الإنتاج.

7-4 المضامين العملية للرقابة على الإنتاج

إن الممارسة الميدانية لوظيفة الرقابة على الإنتاج تتطلب التقيد بأنواع الرقابة التالية:

1-7-4 الرقابة على وقت الإنتاج

فبموجب جدولة الإنتاج يتم تحديد أنواع العمليات المطلوب أدائها والوقت اللازم لكل عملية وبما يسمح بالانتهاء من تنفيذ العمليات المطلوبة وفقاً لمواعيد التسليم المحددة، وتختلف الرقابة على وقت الإنتاج حسب النمط الإنتاجي:

ففي ظل نمط الإنتاج المستمر يكون الاهتمام بتحديد الكميات الواجب إنتاجها خلال الفترة الزمنية المحددة، ومن ثم متابعة الكمية المنتجة ومقارنتها مع الكمية المخططة، وبنفس الوقت متابعة سير العمليات الإنتاجية، فتعطل أحد مراكز العمل سيؤدي إلى تعطل الخط الإنتاجي بأكمله وبالتالي التأخير في إنجاز الكميات المطلوبة بالمواعيد المحددة .

أما في ظل نمط الإنتاج المتقطع، فيحدد جدول عمليات لكل أمر إنتاجي يتضمن نوع العمليات المطلوبة، وموعد بداية ونهاية كل عملية، بحيث يتم تنفيذ الأمر الإنتاجي في موعده المحدد.

2-7-4 الرقابة على كمية الإنتاج:

إذ تقاس كمية الإنتاج باستخدام أحد المقاييس التالية:

- مقاييس عددية فيقاس حجم الإنتاج بعدد الوحدات المنتجة، أو بوحدات قياس نوعية مثل الطن، المتر، الكيلواط ساعي، الكيلوبايت...الخ.
- مقاييس فنية أو تكنولوجية كأن يقاس حجم الإنتاج بعدد ساعات التشغيل.
- فمراقبة كمية الإنتاج تهدف إلى الوصول بالكمية المنتجة فعلياً إلى الكمية المخططة.

4-7-3 الرقابة على المواد:

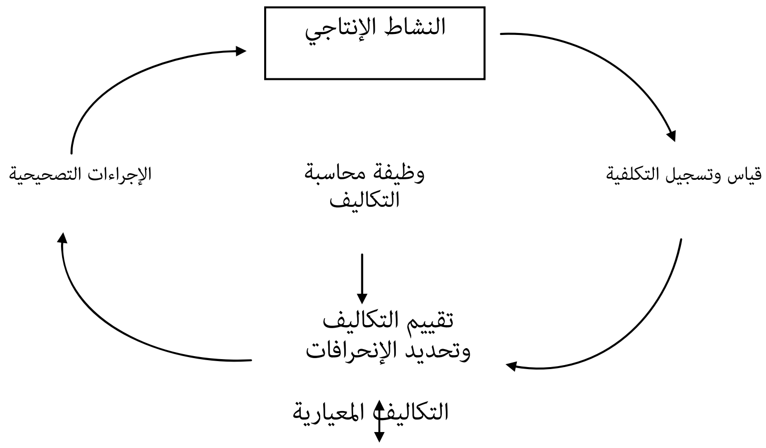
فمهمة الرقابة على المواد تتمثل في الاحتفاظ بكمية كافية من المواد وبالجودة المطلوبة وبأقل التكاليف، وهذه المهمة تتحقق عبر المرور بالمراحل المتتالية التالية:

- تقدير الاحتياجات من المواد وتبعاً لخطة الإنتاج.
- استلام وتخزين المواد في ظل ظروف تخزينية مناسبة.
- صرف المواد بموجب طلبات محددة من قسم التصنيع أو الإنتاج.
- تحديد المخزون الفائض واتخاذ الإجراءات لخفضه.

ويتوجب على المسؤولين عن الرقابة على المواد، ولتجنب أي فقدان لهذه المواد..الاحتفاظ بما يسمى بمخزون الأمان Safety Stock، وتحديد نقطة إعادة الطلب Reorder point، وتحديد الكمية الاقتصادية للطلب EOQ، وكذلك تخطيط المستلزمات المادية MRP.

4-7-4 الرقابة على تكلفة الإنتاج

إن اهتمام وظيفة الرقابة على تكلفة الإنتاج يختلف تبعاً لنمط الإنتاج المطبق، ففي ظل نمط الإنتاج المتقطع، يتم حساب تكلفة كل طلبية على حدة، بينما في ظل نمط الإنتاج المستمر فتحسب التكاليف بالنسبة للوحدة المنتجة الواحدة، وفي كل الأحوال فإن الرقابة على تكاليف الإنتاج تهدف إلى ضبط التكاليف وخفضها (ليس على حساب الجودة) مما سيمكن المنظمة من طرح منتجاتها في الأسواق بأسعار أقل وبالتالي يعطيها ميزة تنافسية، إن نظام الرقابة على تكلفة الإنتاج يتوجب تصميمه بشكل دائري مغلق وكما يوضح الشكل التالي:



شكل رقم (1) دورة نظام الرقابة على تكلفة الإنتاج

نلاحظ من الشكل أن التكاليف الفعلية للإنتاج يتم قياسها وتسجيلها، ثم تتم مقارنتها مع التكاليف المعيارية، وتحديد الانحرافات ، ومن ثم اتخاذ الإجراءات التصحيحة اللازمة، وحتى تنجز وظيفة الرقابة على تكاليف الإنتاج يتوجب الاحتفاظ بسجلات تفصيلية عن تكلفة كل منتج، وكل جزء، وكل عملية، ولجميع العمليات، كما يعد نظام معلومات الإنتاج Production Information System: PIS ضرورياً ومهماً جداً لإنجاح الرقابة على التكاليف، لأن هذا النظام سيوفر المعلومات اللازمة بالدقة والتوقيت المناسبة.

5-7-4 الرقابة على جودة الإنتاج

نظراً لأهمية هذا النوع من الرقابة فقد أفردنا لها فصلاً مستقلاً من هذا الكتاب، فالرقابة على الجودة باختصار تتضمن:

وضع معايير رقابية لقياس الجودة.

- سحب عينات عشوائية من الإنتاج وفحص جودتها.

- مقارنة نتائج الفحص مع معايير الجودة لتحديد الانحرافات في الجودة إن وجدت.
- تصحيح الانحرافات والعودة بالجودة إلى المستوى المطلوب.

8-4 أدوات الرقابة على الإنتاج

من بين أدوات الرقابة على الإنتاج يمكن أن نذكر الأدوات التالية:

1-8-4 التقارير وهي أكثر أدوات الرقابة شيوعاً

وتستخدم لتزويد الإدارة بالمعلومات المطلوبة لمقارنة الأداء الفعلي مع المعايير الموضوعة في المجال الإنتاجي. والتقارير إما أن تكون منتظمة ، أو استثنائية يتم إعدادها عند ظهور أي انحراف عن المعايير الإنتاجية، ويجب أن يراعى في التقرير: دقة المعلومات، عرض المعلومات بطريقة تسهل اكتشاف نقاط الضعف، وسرعة وصول التقارير وخاصة تقارير تتبع التنفيذ.

2-8-4 الموازين التخطيطية

تعرف الموازين التخطيطية بأنها وسيلة إدارية فعالة ودقيقة للتخطيط المستقبلي معبراً عنها بأرقام، ويختلف عدد الميزانيات التقديرية التي تحتاجها المنظمة باختلاف حجم ونوع النشاط الذي تمارسه، كما يجب أن تمتع هذه الميزانيات بالمرونة الكافية، ومن أهم أنواع الميزانيات نذكر: الميزانية التقديرية للإنتاج، الميزانية التقديرية لموارد وعناصر الإنتاج، الميزانيات التقديرية للأرباح والخسائر.

3-8-4 تحليل التعادل: **Brack-Even Analysis**

فهذا التحليل يساعد على تحديد كمية التعادل (أو نقطة التعادل) وهي الكمية التي تتساوى عندها الإيرادات الكلية مع التكاليف الكلية، أي أنها تقابل حجم الإنتاج الذي تغطي إيراداته كافة التكاليف المرتبطة بالإنتاج.

وهو تحليل بسيط ومعروف، ويستخدم لإيجاد كمية التعادل لمنتج واحد على حدة أو لعدة منتجات (تشكيلة إنتاجية).

4-8-4 المسار الحرج Critical path:

وهو أحد الأساليب الهامة والمستخدمة بفعالية في أنشطة التخطيط والجدولة والرقابة في مختلف أنواع المشاريع، ويعرف المسار الحرج على أنه: مجموع الفعاليات المتعاقبة التي تكون السلسلة الحرجة للأحداث Events والأنشطة Activities والتي تشكل كمجموع المشروع المراد إنجازه والوقت اللازم للإنجاز.

فبعد تحديد أهداف المشروع ومكوناته وما يحتاجه من موارد وطاقات، يتم ترجمتها في نموذج، مع توضيح لطبيعة العلاقات بين الأنشطة المختلفة المكونة للنموذج بإطاره الشامل، ويعبر عن هذا النموذج بشبكة تشير إلى الوظائف الأساسية المختلفة للمشروع والفعاليات الضرورية لإنجاز الوظائف مع بيان العلاقات والتسلسل الزمني والمنطقي بين الأنشطة.

وفيما يلي توضيح لمفهومي الأحداث والأنشطة:

- **الحدث Event** هو إنجاز معين ويمثل عادة بدائرة ● ويكون بداية لنشاط لاحق ونهاية لنشاط سابق في ذات الوقت.

- **النشاط Activity:** وهو فعالية أو نشاط يمثل عمل معين ويتطلب موارد ووقت لإنجازه ويمثل عادة بسهم ← فمثلاً لو كان لدينا الشكل البسيط التالي



فالأحداث في هذا الشكل هي ● و ● و ● أما الأنشطة فهي الأسهم من ● إلى ● والوقت اللازم هو (2) ومن ● إلى ● والوقت اللازم هو (4).

والمسار الحرج هو أطول مسار يحتوي على الأنشطة والأحداث الحرجة، حيث يحتاج إلى وقت أطول لإتمام مجموعة الأنشطة الموجودة فيه، وهذا المسار هو الذي يحدد الوقت اللازم لإنجاز هذا المشروع.

ومن أجل التوصل إلى احتساب الزمن اللازم لإنجاز المشروع فإن طريقة المسار الحرج تتطلب توضيح التعابير التالية:

- البداية المبكرة للنشاط Early start هي عبارة عن أقرب وقت ممكن البدء فيه بتنفيذ ذلك النشاط.
- النهاية المبكرة للنشاط Early Finish هي عبارة عن أقرب وقت يمكن أن ينتهي فيه تنفيذ ذلك النشاط.
- وقت النشاط Activity Time وهو عبارة عن الوقت اللازم لإنجاز النشاط، وهذا الوقت في المسار الحرج محدد ومعلوم ويتم تحديده من قبل الإدارة.

إن الوقت المبكر لبدء نشاط معين هو عبارة عن النهاية المبكرة للنشاط الذي سبق النشاط المعني، وإذا كان هذا الأخير هو النشاط الأول في شبكة العمل يكون الوقت المبكر له (صفر) وذلك لعدم وجود نشاط سابق له.

أما النهاية المبكرة لنشاط معين فهي عبارة عن البداية المبكرة لذلك النشاط مضافاً إليها الزمن اللازم لإنجازه.

- البداية المتأخرة Latest Start هي آخر وقت يمكن أن يبدأ فيه النشاط دون أن يؤثر على إتمام المشروع في الوقت المحدد وفقاً للمسار الحرج.
- النهاية المتأخرة Latest Finish هي آخر وقت يمكن للنشاط أن ينتهي فيه دون أن يؤثر على إنجاز المشروع في وقته المحدد، وتحتسب البدايات والنهايات المتأخرة عن

طريق المرور التراجعي أو العكسي Passing Back أي البدء من النشاط النهائي الأخير الذي نعرف متى ينتهي، ثم نبدأ بالتراجع على المسارات المختلفة مروراً بجميع الأنشطة، وهو ما يسمى بالجدولة العكسية أو الخلفية Backward Scheduling.

مثال (1):

أعطيت لك المعلومات التالية التي تخص بناء مصنع معين:

النشاط	الوصف	الزمن اللازم بالأشهر	النشاط السابق
أ	إعداد تقارير الجدوى	3	-
ب	تحضير الموقع وحفر الأساسات	4	أ
ج	صب الأساسات	2	ب
د	شراء المكائن	2	ب
هـ	البناء	6	د
و	تدريب الفنيين	3	جـ
ز	نصب الآلات	2	هـ و
ح	الإنتاج التجريبي والفحص	3	ز

المطلوب:

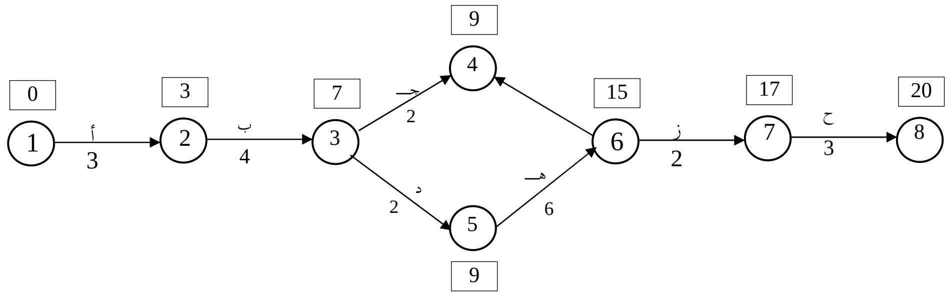
1- ارسم شبكة العمل الخاصة بالمشروع.

2- تحديد البدايات والنهايات المبكرة.

3- احتساب المسار الحرج.

الحل:

- رسم شبكة العمل للمشروع:



شكل رقم (2) شبكة العمل للمشروع

نلاحظ من الشبكة أعلاه بأن الوقت المبكر لبداية النشاط (أ) هي عبارة عن النهاية المبكرة للنشاط السابق، وباعتباره النشاط الأول وليس له نشاط سابق فإن البداية المبكرة له هي (الصفر)، أما النهاية المبكرة للنشاط (أ) فهي:

النهاية المبكرة للنشاط (أ) = البداية المبكرة للنشاط (أ) + الوقت اللازم لإنجاز هذا النشاط = 0+3=3 أشهر.

النشاط ب: البداية المبكرة له = النهاية المبكرة للنشاط (أ) = 3 أشهر

النهاية المبكرة له = البداية المبكرة له + الوقت اللازم لإنجازه= 3+4=7 أشهر

النشاط جـ: البداية البكرة له = النهاية المبكرة للنشاط (ب) = 7 أشهر

النهاية البكرة له = البداية المبكرة له + وقت الإنجاز له = 7+2=9 أشهر

النشاط د: البداية المبكرة له = النهاية المبكرة للنشاط (ب) = 7 أشهر

النهاية المبكرة له = البداية المبكرة = وقت الإنجاز = 7+2=9 أشهر

النشاط هـ: البداية المبكرة له= النهاية المبكرة للنشاط (د)= 9 أشهر

النهاية المبكرة له = البداية المبكرة + وقت الإنجاز = 9+6 =15 شهراً

النشاط و: البداية المبكرة له = النهاية المبكرة للنشاط (جـ) = 9 أشهر

النهاية المبكرة له = البداية المبكرة + وقت الإنجاز= 9+3=12 شهراً

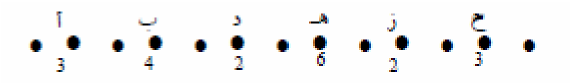
النشاط ز : البداية المبكرة له النهاية المبكرة لأطول مسار سابق = النهاية المبكرة للنشاط (هـ) = 15 شهراً.

النهاية المبكرة له = البداية المبكرة + وقت الإنجاز = 15+2=17 شهراً

النشاط ح: البداية المبكرة له = النهاية المبكرة للنشاط (ز) = 17 شهراً.

النهاية المبكرة له = البداية المبكرة + وقت الإنجاز = 17+3=20

وبذلك يكون المسار الحرج في شبكة العمل السابقة هو أطول مسار من حيث الوقت وهو المسار الذي يمر بالأحداث والأنشطة التالية:



والأنشطة الواقعة على هذا المسار تسمى بالأنشطة الحرجة لأنها تتحكم بإنجاز المشروع ضمن الوقت المحسوب، وأي تأخير في هذه الأنشطة الحرجة سيؤدي إلى تأخير المشروع بأكمله، أما الأنشطة (جـ و) فهي أنشطة غير حرجة.

إن البداية المتأخرة لأي نشاط هي موعد انتهاء هذا النشاط مطروحاً منه الوقت اللازم لإنجاز هذا النشاط أي:

البداية المتأخرة للنشاط (ح)=النهاية المتأخرة له – وقت إنجازه

النهاية المتأخرة له- وقت إنجازه

= 20-3 = 17 شهراً

أما البدايات والنهايات المتأخرة للأنشطة في المشروع فمعطاة في الجدول التالي:

النشاط	الزمن بالأشهر	بداية متأخرة	نهاية متأخرة
أ	3	-	3
ب	4	3	7
ج	2	10	12
د	2	7	9
هـ	6	9	15
و	3	12	15
ز	2	15	17
ح	3	17	20

- **الوقت الفائض: Slack Time**

يقصد بالوقت الفائض لأي نشاط: الفرق بين البداية المتأخرة له وبين البداية المبكرة لـه، أو الفرق بين النهاية المبكرة للنشاط وبين النهاية المتأخرة لذلك النشاط، وهو يشير إلى الوقت الـذي يمكن تأخير البدء في تنفيذ النشاط دون أن يؤثر ذلك على موعد الإنجاز النهـائي للمـشروع طبقـاً للزمن المحدد في المسار الحرج، والجدول التالي يمثل الوقت الفائض:

النشاط	بداية متأخرة	بداية مبكرة	الفائض	نهاية متأخرة	نهاية مبكرة	الفائض
أ	0	0	0	3	3	0
ب	3	3	0	7	7	0
ج	10	7	3	12	9	3
د	7	7	0	9	9	0
هـ	9	9	0	15	15	0
و	12	9	3	15	12	3
ز	15	15	0	17	17	0
ح	17	17	0	20	20	0

ويمكن استخدام فكرة الوقت الفائض في تعديل مواعيد بداية الأنشطة التي لها وقت فائض، دون أن يؤثر ذلك على مواعيد نهاية المشروع، كما يمكن تأخير بداية النشاط الذي له فائض وقت، دون أن تتأثر البداية المبكرة للأنشطة، من جانب آخر يجب الاهتمام بعدم تأخير تنفيذ الأنشطة التي يكون فائضها الإجمالي مساوياً للصفر.

9-4 استخدام الحاسوب في الرقابة على الإنتاج

Computer- Based Production Control

لعل ما نود الإشارة له في هذا المجال هو استخدام الحاسوب كوسيلة معالجة ونشر للمعلومات في إطار، نظام معلومات الإنتاج PIS ، واستخدام الحاسوب في الرقابة على الإنتاج وفي إطار نظم التصنيع المتكاملة مع الحاسوب CIM.

ففي الحالة الثانية: تزود خطوط الإنتاج ومراكز العمل ومراحل الإنتاج بأدوات رقابية متطورة مثل: كاميرات التصوير، شاشات الإدخال، لوحات التحكم والمراقبة،

وسائط الكشف عن الانحرافات في مجالات الجودة أو الوزن، أو الحجم، أو الأبعاد...الخ.

حيث تقوم هذه الأدوات بإرسال معلومات إلى الحاسوب الرئيسي في قسم المراقبة على الإنتاج أو لدى إدارة الإنتاج والعمليات عن واقع النشاط والعمليات والمخرجات.

أما الحالة الأولى: وهي حالة استخدام الحاسوب كوسيلة معالجة في إطار نظام معلومات الإنتاج، فهذا النظام من بين أهدافه الرئيسية توفير المعلومات (المخرجات) اللازمة لكافة أنشطة إدارة الإنتاج والعمليات ومن ضمنها نشاط الرقابة على الإنتاج، فكما أشير في فقرة سابقة من هذا الفصل ، فلا يمكن أن نتصور نجاح نظام الرقابة على الإنتاج بدون توفر المعلومات اللازمة لهذا النشاط وهذه المعلومات تتعلق: بحجم الإنتاج، ومستوى الجودة، وطبيعة العمليات، وعدد المراحل، والاختناقات والصعوبات، وكمية المواد والمستلزمات، وغيرها من المعلومات التي بدونها لا يمكن للنشاط الرقابي أن يستمر.

أسئلة وتمارين

1- ما رأيك بالمقولة الشائعة وهي أن التخطيط العلمي والجيد، وحماس العاملين الإنتاجيين واندفاعهم يغني تماماً عن الرقابة على الإنتاج؟

2- ناقش طبيعة العلاقة بين الرقابة على الإنتاج وبين تخطيط الإنتاج؟

3- أوضح أهم الأهداف للرقابة على الإنتاج؟

4- تحتاج عملية الرقابة على الإنتاج إلى خطوات وإجراءات عملية أوضح هذه الخطوات ؟

5- إن نظم الرقابة على الإنتاج تكون تابعة في معظم الأحيان لنظام الإنتاج المطبق، اشرح ذلك؟

6- اشرح العوامل المؤثرة على وظيفة الرقابة على الإنتاج؟

7- أوضح أهمية وماهية الرقابة على تكلفة الإنتاج؟

8- التقارير والموازين التخطيطية تعد من أهم أدوات الرقابة على الإنتاج اشرح هاتين الأداتين؟

9- أحد معاهد التدريب يريد القيام ببرنامج تدريبي للرقابة على الإنتاج، ويرغب بتحديد الوقت اللازم لإنجاز البرنامج التدريبي والمسار الحرج، وكانت أوقات المحاضرات السبعة معطاة كما يلي:

المحاضرة	المحاضرة السابقة	وقت المحاضرة بالساعات
A	-	2
B	A	2
C	A	2
D	B,C	1,3
E	D	2
F	E	2
G	F	2

المطلوب: 1- رسم الشبكة الممثلة للبرنامج.

2- إيجاد المسار الحرج والوقت اللازم لإنجاز البرنامج التدريبي.

10- مشروع يتكون من تسعة أنشطة معطاة مع الوقت اللازم لتنفيذها بالأيام كما يلي:

النشاط	النشاط السابق	الوقت اللازم بالأيام
A	-	4
B	A	2
C	B	4
D	B	5
E	C	7
F	D	6
G	E,F	5.7
H	G	4
I	H	3

المطلوب:

1- ارسم شبكة العمل الخاصة بالمشروع.

2- حدد البدايات والنهايات المبكرة

3- حدد المسار الحرج.

11- إن عملية إنتاج منتوج ما على أحد الخطوط الإنتاجية والذي يتكون من سبع آلات يحتاج إلى الأوقات وتسلسل الأنشطة كما في الجدول الآتي:

النشاط	النشاط السابق	وقت الإنجاز بالدقائق
A	-	18
B	A	24
C	A	16
D	B,C	12,12
E	D	30
F	E	12
G	F	16

المطلوب:

1- ارسم شبكة العمل الخاصة بالمنتوج.

2- إيجاد الوقت اللازم لإنتاج المنتوج باستخدام المرور التراجعي.

3- إيجاد الوقت الفائض.

الفصل الخامس

إدارة المخزون

1-5 ماهية وأهمية إدارة المخزون

بالنظر إلى ما يمثله المخزون من ضرورة قصوى لأي من أنشطة الأعمال ونظراً لحجم الأموال الكبيرة المستثمرة في المخزون وما يعنيه ذلك من تعطيل للأموال وزيادة في تكاليف التخزين Inventory Costs، اتجهت معظم الدراسات في العقود الأخيرة إلى تنظيم هذا النشاط الهام، فانفصلت وظيفة التخزين من الوظائف التي كانت تتبع لها مثل وظيفة الإنتاج ، وظيفة التسويق ، وظيفة التمويل، وأصبحت إدارة النشاط التخزيني تتبع إلى إدارة متخصصة تسمى إدارة المخزون Inventory management.

وفيما بعد أصبح هذا النشاط يتبع إلى إدارة سميت إدارة المواد Materials Management والتي تعتبر إدارة هامة وبنفس أهمية كلاً من إدارات الإنتاج، التسويق، التمويل... ومن الأدلة الهامة على مكانة وأهمية إدارة المخازن أو إدارة المواد، هو نتائج الدراسة الميدانية على بعض المنظمات الإنتاجية في الولايات المتحدة الأمريكية، إذ تشير الدراسة إلى أن نسبة المخزون إلى إجمالي الأصول تبلغ (7%) وإلى المبيعات تبلغ (13%)، في حين أن ما ينفق على المواد في المشروعات إلى إجمالي المبيعات قد بلغ ما نسبته (50%) في المشروعات الصناعية، وفيما يلي سنقدم تعريفاً لكل من المصطلحات الثلاثة الهامة والتي وردت في سياق ما سبق وهي: المخزون، إدارة المخازن، إدارة المواد:

- **المخزون:**

هو عبارة عن المواد الخام والمستلزمات وقطع الغيار والمواد نصف المصنعة، والمواد تامة الصنع الموجودة في المخازن بانتظار استخدامها مستقبلاً.

- **إدارة المخزون:**

وهو النشاط الذي يتم بمقتضاه استخدام الأساليب العلمية في تحديد كمية المـواد الأوليـة، والبضاعة نصف المصنعة وكذلك البضاعة المصنعة، وبما يضمن تلبية متطلبات وظروف التـشغيل وطلبات الزبائن، وبأقل تكاليف ممكنة.

- **إدارة المواد:**

ويقصد بها النشاط الذي يهتم بتدفق المواد من الموردين Suppliers إلى العمليـة الإنتاجيـة وخلالها، ومن مرحلة الإنتاج إلى المستهلك، وفي سبيل ذلك فهي تقوم بتخطـيط، الحـصول عـلى ، تخزين، مناولة، والرقابة على هذه المواد كل ذلك بهدف توفير السلع بالسعر المناسب وفي المكان المناسب وبالتوقيت المناسب وبأقل تكاليف ممكنة.

إن أهمية إدارة المخزون تبدو واضحة ومعروفة من خلال قـدرتها عـلى الاحتفـاظ بـالحجم الأمثل من المخزون، فزيادة حجم المخزون عن الحجم الأمثـل سـيعني تجميـد أمـوالاً إضـافية في المخزون إضافة إلى ارتفاع تكاليف المخزون، أما انخفاض حجم المخزون عن الحجـم الأمثـل فإنـه سيعني احتمالات تعطل الإنتاج وعدم تلبية طلبات الزبائن، وفي كلتا الحالتين فإن ذلـك سـيلحق ضرراً قد يكون بالغاً بالمنظمة ومركزها المالي خاصة.

أيضاً من العوامل التي زادت من أهمية إدارة المخزون هـو تزايـد ظـاهرة النـدرة في المـواد والمستلزمات للنشاط التشغيلي من جهة، وظـاهرة تقلبـات الطلـب مـن هنـا تكتـسب أنـشطة : تخطيط مستلزمات المواد MRP والإنتاج الآني JiT (والذي سنفرد لكل منهما فصلاً مستقلاً لاحقاً) والرقابة على المخزون Inventory Control أهمية قصوى في الظروف الراهنة.

2-5 مستلزمات الإدارة الفعالة للمخزون

فحتى تتمكن إدارة المخازن من إدارة المخزون بشكل فعال لا بد لها من توفر المستلزمات التالية:

1- التنبؤ بالطلب، أي تحديد الطلب المتوقع على المخزون Anticipated Inventory.

2- تخطيط الاحتياجات المادية.

3- حركة المواد ومعدلات استخدامها وأرصدتها في المخازن.

4- تحديد دقيق للوقت اللازم لطلب المواد واستلامها Lead Time وهو الوقت الفاصل بين طلب المادة واستلامها.

5- تقدير دقيق لكلفة الاحتفاظ بالمخزون Carrying Cost، كلفة إعداد الطلبية Ordering Cost، وكلف نقص المواد Shortage cost.

3-5 أنواع المخزون **Types of Inventory**

صنف ستيفنسون Stevenson المخزون إلى الأنواع التالية:

1- المواد الخام Raw Materials، والأجزاء المشتراة Purchased Parts.

2- المواد تحت التشغيل، والمواد نصف المصنعةIn-process Goods.

3- المواد تامة الصنع، أو السلع الجاهزة Finished – Goods.

4- الأجزاء والمعدات Tools والتوريدات Supplies.

في حين اقترح كلاً من بترسون وسيلفر Peterson & Silver التصنيف التالي لأنواع المخزون:

1- مخزون مصدره عمليات الشراء الخارجي من الموردين أو من إنتاج المنظمة.

2- مخزون يتم الاحتفاظ به لمواجهة الاستخدامات المتوقعة من مادة ما، وهذا ما يساعد المنظمة على الحد من تقلبات الطلب.

3- مخزون الأمان Safety Stock وهو الذي سيستخدم لمواجهة بعض المشكلات أو الحالات غير المتوقعة مثل حالات التأخير في التوريد، أو الزيادة في الطلب وبالتالي زيادة معدل الاستخدام.

4- مخزون تحت التشغيل وهو مخزون ضروري، وهو ينتقل من عملية إنتاجية إلى عملية أخرى لحين الانتهاء من إنتاجه.

4-5 دوافع الاحتفاظ بالمخزون

إن دوافع وأسباب الاحتفاظ بالمخزون يمكن أن تكون ذات طبيعة إنتاجية، أو تسويقية أو اقتصادية ومن هذه الدوافع ما يلي:

1- العرض الموسمي للمواد، مما يتطلب تخزين كميات مناسبة من هذه المواد لتلبية احتياجات التشغيل في أوقات الندرة.

2- الطلب الموسمي على منتجات المنظمة فمن المعروف أن الطلب يزداد على بعض المواد تبعاً للظروف المناخية أو فصول السنة، أو تبعاً للمناسبات والأعياد وغيرها. وبالتالي لا بد من تخزين المنتجات الجاهزة من أوقات ضعف الطلب إلى حين مواسم زيادة الطلب.

3- ضمان الإمداد المستمر للعمليات الإنتاجية بمختلف أنواع الاحتياجات وحماية المنظمة من نفاذ المخزون Stock out.

4- دافع المضاربة Speculation أي الشراء بكميات كبيرة من المواد حين انخفاض أسعارها وتخزينها لحين زيادة أسعارها وبيعها وهو دافع يخص المنظمات التجارية ويعد غير مفضلاً في المنظمات الإنتاجية.

5- للاستفادة من خصم الكمية يتم الشراء بكميات تزيد من الحاجة وتخزينها.

5-5 أهداف الرقابة على المخزون

تهدف الإدارة من الرقابة على المخزون إلى تحقيق ما يلي:

1- تحقيق استقرار في معدلات الإنتاج والتوظيف، ومواجهة أية انحرافات.

2- تخفيض التكاليف الإجمالية للمخزون من تكاليف: الفحص والاستلام، والمناولة للمخزون، وتكاليف الاحتفاظ به.

3- تحقيق استقرار في تقديم افضل الخدمات المقدمة للزبائن، وبشكل منتظم وفي الأماكن المناسبة لهم مما سيعزز ولاءهم للمنظمة وبالتالي يدعم مركزها التنافسي.

6-5 نظم الرقابة على المخزون

تطالعنا الأدبيات بنوعين مختلفين من نظم الرقابة على المخزون وهما:

1- الرقابة المستمرة: Continuous Control

وبموجبها يتم التسجيل الدائم لحركة المخزون من حيث الورود والاستخدام، بحيث يتوفر في كل وقت رصيد محدد من المواد في المخازن، وتتم عملية الشراء أو الإنتاج عندما يصل المخزون إلى مستوى معين يدعى مستوى إعادة الطلب Rcorder Level.

2- الرقابة الدورية: Periodic control

وبموجب هذا النوع تتم مراجعة أرقام المخزون في تواريخ ثابتة عادة ما تكون نصف شهرية أو شهرية أو نصف سنوية، وفي تلك اللحظة تتم مقارنة المخزون الموجود في المخزن مع المخزون الواجب توفره، وتتم عملية الشراء أو الإنتاج بكميات تعادل الفرق بين المخزون المتاح وبين المخزون المطلوب.

وأياً كان نظام الرقابة على المخزون، فإن النظام الأفضل هو الذي تحدده طبيعة العمليات الإنتاجية في المنظمة بشكل أساس (أي حسب النمط الإنتاجي المطبق). وكذلك الأصناف من حيث عددها ونوعها وجودتها.

وفي الواقع العملي لا يوجد نظام رقابي نموذجي يمكن تصميمه وتطبيقه على جميع المنظمات نظراً للاختلافات فيما بينها حتى ولو كانت تعمل في نفس المجال، أو ذات ظروف متشابهة.

7-5 نماذج المخزون: **Inventory Models**

إن استخدام الأساليب الكمية Quantitative Methods في تطوير نماذج للرقابة على المخزون ليست مسألة حديثة العهد، فمن عقود طويلة استخدمت أساليب ونماذج بحوث العمليات في مجالات الرقابة على المخزون، والشيء الجديد في نماذج المخزون هو انتشار البرمجيات الجاهزة Packages في مجال الرقابة على المخزون وبشكل واسع، إذ تتم كافة عمليات التخطيط والترصد وحركة المواد في المخازن بشكل فوري ومباشر بمجرد إدخال البيانات المطلوبة إلى النظام.

تتباين نماذج المخزون تبعاً لحالة الطلب (حالة الاستخدام) على المادة والطلب إما أن يكون: معلوم وثابت Constant، أو يكون غير معلوم وغير مؤكد Uncertain

وفي جميع الأحوال فإن أهداف نماذج المخزون هي:

1- تحديد كمية الطلب الاقتصادية Economic Order Quantity: EOQ

2- متى يتم طلب هذه الكمية When to order

وسنقوم فيما يأتي بشرح نماذج المخزون المبنية على طلب معلوم أو ثابت تاركين نماذج المخزون المبنية على طلب غير معلوم لمواد أخرى.

5-7-1 نموذج المخزون التقريري الأساسي: Basic Deterministic Model

افتراضات هذا النموذج:

1- الطلب معلوم وثابت.

2- هناك فترة توريد ثابتة ومحددة أي أن الفترة بين إعداد الطلبية واستلامها ثابت.

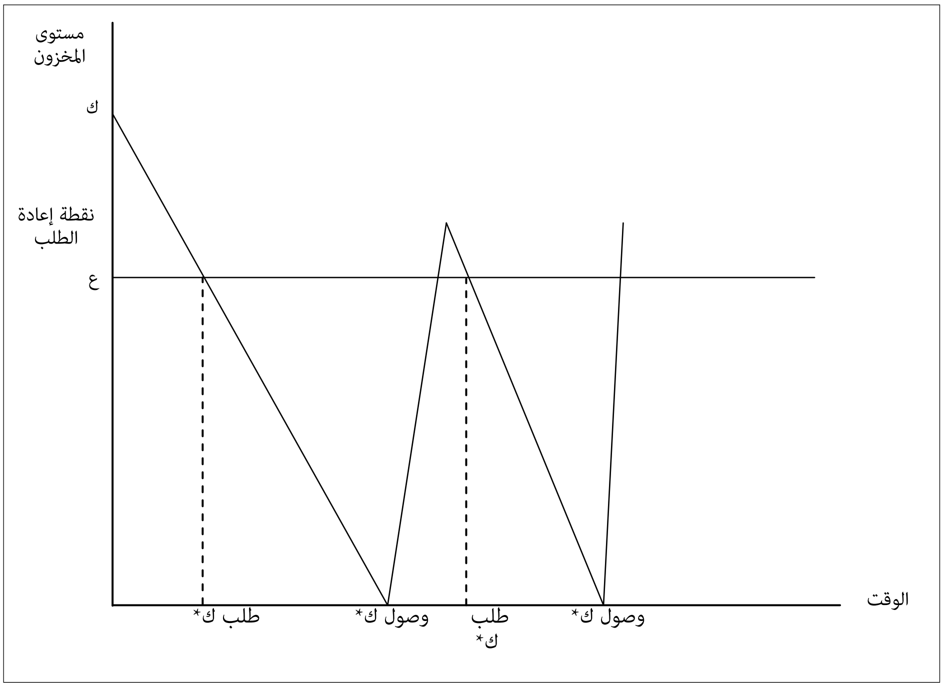
3- كلفة الوحدة الواحدة ثابتة ولا يوجد خصم كمية Quantity Discount.

4- يتم الطلب في كل مرة عندما يصل المخزون إلى نقطة إعادة الطلب Reorder point .

5- الكميات المطلوبة ثابتة في كل فترة وهي تعادل الكمية الاقتصادية للطلب.

إن هذا النموذج يهدف إلى تحديد الكمية الاقتصادية للطلب أو الشراء (ك*) ونقطة إعادة الطلب (ع).

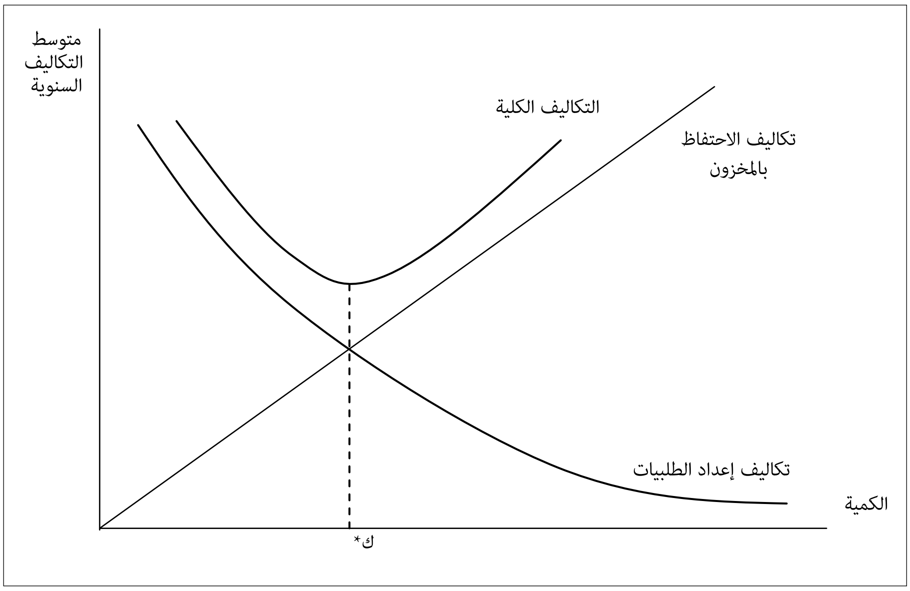
والشكل البياني التالي يوضح عمل هذا النموذج



شكل رقم (1) نموذج المخزون التقريري

أ- تحديد الكمية الاقتصادية للطلب (ك*):

يمكن تحديد الكمية الاقتصادية للطلب (ك*) بيانياً من خلال الرسم البياني التالي:



شكل رقم (2) العلاقة بين مجموع التكاليف والكمية الاقتصادية للطلب

من الشكل رقم (2) يلاحظ أن:

- الكمية الاقتصادية للطلب (ك*) تكون عند النقطة التي تكون فيها التكاليف الكلية في حدها الأدنى.
- تتزايد تكاليف الاحتفاظ بالمخزون مع تزايد عدد الوحدات المخزونة.
- تتناقص تكاليف إعداد الطلبيات مع تزايد عدد الوحدات المطلوبة.

رياضياً فإن تحديد الكمية الاقتصادية للطلب يتم كما يأتي:

عدد الطلبيات = $\frac{\text{الطلب السنوي}}{\text{كمية الشراء}} = \frac{ط}{ك}$

تكلفة إعداد الطلبيات السنوية = عدد الطلبيات × تكلفة إعداد الطلبية الواحدة وهي ثابتة

$$= \frac{ط}{ك} \times ت \qquad (1)$$

تكاليف الاحتفاظ بالمخزون السنوية = متوسط المخزون × تكلفة الاحتفاظ بالوحدة سنوياً

متوسط المخزون = (الحد الأعلى للمخزون + الحد الأدنى) ÷ 2 أو

متوسط المخزون = $\frac{\text{الكمية المشتراة(ك)}}{2}$ وبالتالي فإن:

تكاليف الاحتفاظ بالمخزون السنوية = $\frac{ك}{2} \times خ$ (2)

وبالتالي فإن مجموع التكاليف أو التكاليف الكلية

= تكلفة إعداد الطلبيات السنوية + تكلفة الاحتفاظ بالمخزون السنوية

$$ت ك = [(\frac{ط}{ك}) ت] + [(\frac{ك}{2}) خ] \qquad (3)$$

ولإيجاد الحجم الأمثل لـ (ك) نقوم باشتقاق المعادلة رقم (3) بالنسبة لـ (ك) فنحصل على:

$$ك^* = \sqrt{\frac{2 ت ط}{خ}} \qquad (4)$$

أي أن الكمية الاقتصادية للطلب (أو الحجم الأمثل للشراء)=

الجذر التربيعي لـ: $\frac{2 \times \text{كلفة إعداد الطلبية (ت)} \times \text{الطلب السنوي (ط)}}{\text{كلفة الاحتفاظ السنوية بالوحدة الواحدة في المخزن (خ)}}$

يلاحظ أن التكاليف بأنواعها هي تكاليف سنوية حصراً.

مثال (1):

في أحد المستشفيات يبلغ الطلب السنوي من الأدوية (1800) صندوق وتبلغ تكلفة إعداد الطلبية الواحدة (50) دينار في حين تبلغ تكلفة الاحتفاظ بالصندوق الواحد في المخازن (5) دينار ، احسب الكمية الاقتصادية للطلب، ثم احسب التكاليف السنوية الإجمالية.

الحل:

$$ك^* = \sqrt{\frac{2\ ت\ ط}{خ}} = \sqrt{\frac{2(1800)(50)}{5}} = 190 \text{ صندوق تقريباً}$$

$$\text{تكاليف إعداد الطلبيات} = \frac{ط}{ك^*} \times ت = \frac{1800}{190} \times 50 = 474 \text{ دينار تقريبا}$$

$$\text{طول فترة الطلبية} = \frac{\text{عدد أيام السنة}}{\text{عدد الطلبيات}}$$

$$\text{عدد الطلبيات} = \frac{ط}{ك^*} = \frac{1800}{190} = 9.5 \text{ طلبية تقريباً.}$$

$$\text{طول فترة الطلبية} = \frac{365}{9.5} = 38 \text{ يوماً تقريباً.}$$

أي أن يتوجب طلب طلبية في كل 38 يوماً.

$$\text{تكاليف الاحتفاظ بالمخزون} = \frac{ك}{2} \times 2 = \frac{190}{2} \times 5 = 475 \text{ دينار}$$

$$\text{وبالتالي فإن مجموع التكاليف} = (\frac{ط}{ك^*} \times ت) + (\frac{ك^*}{2} \times ح) = 474+475 = 949 \text{ دينار}$$

تحليل حساسية النموذج: Sensitivity Analysis

يهدف هذا التحليل إلى قياس درجة التغير في حجم الكمية الاقتصادية للطلب EOQ نتيجة تغير أي من المتغيرات الثلاثة في معادلة الكمية الاقتصادية للطلب وهـي، الطلـب الـسنوي (ط). تكلفة إعداد الطلبية (ت)، تكلفة الاحتفاظ بالمخزون (خ) ويتم قياس العلاقة بـين أثـر التغـير في تقديرات المتغيرات الثلاثة على الكمية الاقتصادية للطلب، والتكاليف الإضافية المترتبة عـلى هـذا التغير باستخدام الصيغة التالية:

$$\text{التغير النسبي في التكاليف} = 100\left[1-\frac{\text{ن}+1}{2\sqrt{\text{ن}}}\right] \qquad (1)$$

$$\text{حيث (ن) تساوي} = \frac{\text{القيمة المقدرة للمتغير}}{\text{القيمة الحقيقية للمتغير}} \qquad (2)$$

وهي علاقـة صـحيحة لأي مـن المتغـيرات الثلاثـة في معادلـة الكميـة الاقتـصادية للطلـب، وباستخدامها عملياً يمكن التوصل إلى نتيجة هامة وهي:

إن التكاليف الكلية أكثر حـساسية للتقـديرات المتـشائمة مـن قيمـة المتغـير عنهـا في حالـة التقديرات المتفاءلة في قيمة المتغير.

مثال توضيحي:

بالعودة إلى مثالنا السابق، فقد كانـت قيمـة المتغـير (ت) تبلـغ (50) دينـار (وهـي القيمـة الحقيقية) فإذا قمنا بتقدير قيمة (ت) على أنها (75) دينار (القيمة المقـدرة) فـإن ذلـك سـيترتب عليه تغيير في التكاليف الكلية بتطبيق المعادلتين أعلاه:

$$\text{ن} = \frac{75}{50} = 1.5$$

$$\text{التغير النسبي في التكاليف} = 100\left[1-\frac{1.5+1}{2\sqrt{1.5}}\right]$$

$$= 100\left(1-\frac{2.5}{2.45}\right) = 0.02$$ تقريباً

وهذا يعني أن زيادة قيمة المتغير (ت) بمقدار النصف سيترتب عليه زيادة في التكاليف الإجمالية بنسبة (2%)

أما إذا قدرنا قيمة (ت) بـ (25) دينار بدلاً من (50) دينار.. فإن:

ن $= \frac{25}{50} = 0.5$

والتغير النسبي في التكاليف = $100\left[1-\frac{0.5+1}{\sqrt{0.5}\ 2}\right]$

$$= 100\left(1-\frac{1.5}{1.41}\right) = 0.064$$ أي 6.4 %

من ناحية ثانية لو فرضنا أن قيمة (ط) وهي الطلب السنوي أصبحت (2000) صندوق بدلاً من (1800) صندوق فإن:

ن $= \frac{2000}{1800} = 1.111$

التغير النسبي في التكاليف = $100\left(1-\frac{1.111+1}{\sqrt{1.11}\ 2}\right)$

$$= 100\left(1-\frac{2.111}{2.108}\right) = 0.0014$$ أو 1.4%

أما لو قدرنا قيمة (ط) بمقدار (1500) صندوق فإن

ن $= \frac{1500}{1800} = 0.833$ وبالتالي فإن:

التغير النسبي في التكاليف الكلية = $100\left(1-\frac{0.833+1}{\sqrt{0.833}\ 2}\right)$

$$= 100\left(1 - \frac{11.833}{1.826}\right) = 0.0043 \text{ أو } 4.3\ \%$$

من ناحية ثالثة لو فرضنا أن قيمة المتغير (ت) قد أصبحت (8) دينار للوحدة/ سنة فإن:

$$\text{ن} = \frac{8}{5} = 1.6$$

$$\text{التغير النسبي في التكاليف الكلية} = 100\left(1 - \frac{1.6+1}{2\sqrt{1.6}}\right)$$

$$= 100\left(1 - \frac{2.6}{2.53}\right) = 0.028 \text{ أو } 2.8\ \%$$

بالمقابل لو فرضنا أن قيمة (ت) أصبحت (2) دينار فقد فإن:

$$\text{ن} = \frac{2}{5} = 0.4 \text{ وبالتالي فإن:}$$

$$\text{التغير النسبي في التكاليف الكلية} = 100\left(1 - \frac{0.4+1}{2\sqrt{0.4}}\right)$$

$$= 100\left(1 - \frac{1.4}{1.26}\right) = 0.11 \text{ أو } 11\%$$

ب- تحديد نقطة إعادة الطلب (ع):

نقطة أو مستوى إعادة الطلب هي كمية المخزون التي تفي بالاحتياجات خلال فترة التوريد Lead time والتي هي الفترة الفاصلة بين إصدار أمر الشراء وبين استلام الطلبية، فإذا كانت فترة التوريد مؤكدة ومعدل الاستخدام للمادة معروف وثابت خلال فترة التوريد فإن:

مستوى أو نقطة إعادة الطلب = فترة التوريد × معدل الاستخدام

أو ع = ف × س

مثال توضيحي:

بالعودة إلى المثال السابق:

إذا كان عدد أيام العمل السنوية هو (365) يوماً، وكانت فترة التوريد هي (5) أسابيع، احسب مستوى إعادة الطلب.

الحل:

لما كان معدل الاستخدام باليوم فإن فترة التوريد يجب أن تكون بالأيام

فترة التوريد = $5 \times 7 = 35$ يوماً

معدل الاستخدام = $\frac{1800}{365} = 4.9$ صندوق

مستوى إعادة الطلب = $35 \times 4.9 = 172.6$ صندوق وهذا يعني أنه عندما يصل المخزون إلى مستوى 172.6 صندوق يتوجب على الإدارة طلب كمية اقتصادية جديدة.

ملاحظة: يمكن تحويل معدل الاستخدام من اليومي إلى الأسبوعي لكي يتماشى مع فترة التوريد.

معدل الاستخدام الأسبوعي = $1800 \div (365 \div 7) = 1800 \div 52 = 34.6$ صندوق

وبالتالي فإن مستوى إعادة الطلب = $5 \times 34.6 = 173$ صندوق تقريباً وهو ذات المستوى باستخدام معدل الاستخدام اليومي.

2-7-5 نموذج الكمية الاقتصادية للطلب مع استمرار استخـدام المادة خلال فترة التوريد

وهذا النموذج لا يختلف عن النموذج السابق لتحديـد الكميـة الاقتـصادية للطلـب إلا في فرض واحد وهو أن توريد الكمية المشتراة يتم تدريجياً (وليس دفعة واحـدة وفي لحظـة واحـدة كما في النموذج السابق) وبالطبع سيكون هناك استخدام لهذه الكمية خلال فترة التوريـد، وهـو نموذج واسع الانتشار في المنظمات الصناعية.

من مستلزمات تطبيق هذا النموذج ما يلي:

- معدل التوريد (أو الإنتاج) (و) وهو يشير إلى معدل تسليم المادة إلى جهة الاستخدام.
- معدل الاستخدام (الصرف) (د) وهو يـشير إلى معـدل الطلـب عـلى المـادة مـن قبـل جهـة الاستخدام، ويشترط النمـوذج أن (و ≤ د) أي أن معـدل التوريـد (و) أكـبر مـن أو يـساوي معدل الاستخدام (د) .
- فترة التوريد (ف) وتشير إلى فترة التوريد التدريجي والتي يتم فيها أيضاً استخدام المادة.
- فترة الاستخدام (م) وهي التي يتم فيها استخدام المخـزون المـتراكم عنـدما لا يكـون هنـاك توريد.
- الحد الأقصى للمخزون (ص) وهو يشير إلى اقصى رقم ممكـن أن يـصل إليـه المخـزون وهـو يتوقف على العلاقة بين (و ،د) مع ملاحظـة أن مـستوى المخـزون في ظـل هـذا النمـوذج لا يمكن أن يصل إلى الكمية (ك*) المشتراة لأن توريد هذه الكمية سيكون تدريجياً، وتستخدم في وقت التوريد أيضاً.

التكاليف الإجمالية السنوية = تكاليف الاحتفاظ بالمخزون + تكاليف إعداد الطلبيات السنوية

$$ت ك = \left(\frac{ص}{2}\right) خ + \left(\frac{ط}{ك}\right) ت$$

ولحساب الكمية الاقتصادية (ك**) نستخدم الرموز التالية:

ميل خط تراكم المخزون (و-د) = $\frac{ص}{ي}$ (1)

حيث:

ي تشير إلى نهاية الفترة ويكون مستوى المخزون قد وصل إلى حده الأقصى (ص)

ميل خط تراكم المخزون إذا لم يكن هناك استخدام خلال فترة التوريد:

و = $\frac{ك}{ي}$ (2)

من المعادلة (1) فإن ص = (و-د) ي (3)

من المعادلة (2) فإن ي = ك ÷ و بالتعويض في (3)

$$ص = (و-د) \left(\frac{ك}{و}\right) \text{ أو } \frac{(و-د)}{و} ك$$

ص = ك $\left(1-\frac{د}{و}\right)$ وبالتالي فإن متوسط المخزون يساوي:

= $\frac{ص}{2}$ = $\frac{1}{2}$ ك $\left(1-\frac{د}{و}\right)$ وباستخدام أسلوب التفاضل نجد أن:

$$ك^{**} = \sqrt{\frac{2\,ط\,ت}{خ} / \left(1-\frac{د}{و}\right)} \quad (4)$$

وسنجد أن الكمية الاقتصادية للطلب (ك**) في ظل هذا النموذج ستكون أكبر من الكمية الاقتصادية للطلب (ك*) في ظل النموذج السابق.

ملاحظة: تختلف مضامين الرموز المستخدمة في المعادلة رقم (4) عما مر معنا سابقاً إذ أن :

ك** تمثل كمية الإنتاج المثلى Lot Size

ت تمثل تكاليف تجهيز وإعداد الآلة أو المركز الإنتاجي وتعرف بـ Setup cost

ط/ك** تمثل عدد المرات التي ينتج فيها المنتج على مدار العام

ي تمثل وقت الإنتاج بافتراض أن التوريد يتم بمجرد الإنتاج Run time

مثال (2):

في أحد المصانع يتم تصنيع منتج ما في القسم (أ) ثم يتم استخدام هذا المنتج في القسم (ب) وكان معدل الإنتاج اليومي من هذا المنتج هو (200) وحدة، بينما يبلغ معدل الاستخدام من هذا المنتج في القسم (ب) (120) وحدة يومياً، وإذا كان عدد أيام العمل السنوية في القسم (ب) تبلغ (220) يوماً في السنة.

- احسب عدد المرات المثلى لإنتاج هذا المنتج في القسم (أ).
- بافتراض أن تكلفة التخزين للوحدة تبلغ (6) دينار في السنة، وأن تكاليف تجهيز وإعداد القسم (أ) لإنتاج حجم معين هي (160) دينار في المرة الواحدة، احسب الحد الأقصى المتوقع للمخزون من المنتج في القسم (ب) واحسب إجمالي التكاليف السنوية.

الحل:

1- عدد المرات المثلى للإنتاج = $\frac{\text{ط}}{\text{ك}^{**}}$ (1)

ط = مقدار الطلب السنوي في القسم (ب) = 120 x 220 = 26400 وحدة

$$ك^{**} = \sqrt{\frac{2\,(26400)\,(160)}{6} \Big/ \left(1-\frac{120}{200}\right)} = \sqrt{1408000 \div 0.4}$$

ك**= $\sqrt{3520000}$ = 1876 وحدة تقريباً وبالتالي فإن:

عدد المرات المثلى للإنتاج = $\frac{26400}{1876}$ = 14 مرة تقريباً سيتم إنتاج المادة في القسم (أ)

2- الحد الأقصى للمخزون (ص) = ك** $\left(1-\frac{د}{و}\right)$

= $1876 \left(1-\frac{120}{200}\right)$ = 750.4 وحدة.

وهو أقل من الكمية الاقتصادية للطلب (ك**)

أما متوسط المخزون = $\frac{ص}{2}$ = $\frac{750.4}{2}$ وحدة

3- التكاليف الإجمالية السنوية (ت ك) = $\frac{ك^{**}}{2}$ (خ) $\left(1-\frac{د}{و}\right)$ + $\left(\frac{ط}{ك^{**}}\right)$ ت

ت ك = $\frac{1876}{2} \times 6 \times \left(1-\frac{120}{200}\right) + \left(\frac{26400}{1876}\right) \times 160$

= 5628 (0.4) + 2251.6 = 4502.8 دينار

3-7-5 نموذج الكمية الاقتصادية للطلب مع وجود خصم كمية

إن فروض هذا النموذج مشابهة لفروض النموذج الأساسي مع فرق واحد هو وجود أسعار شراء مختلفة للكميات حسب حجم الكميات المشتراة، ولذلك حتى ندخل أثر خصم الكمية في الحسبان يجب إضافة نوع ثالث من التكاليف هو تكاليف شراء الوحدات السنوية إلى معادلة التكاليف الكلية فتصبح:

التكاليف الكلية السنوية ت ك = تكاليف الاحتفاظ بالمخزون + تكاليف إعداد الطلبيات + تكاليف شراء الواحدات السنوية.

إن تكاليف الاحتفاظ بالمخزون = $\frac{ط}{ك}$ خ

أما تكاليف إعداد الطلبيات = $\frac{ط}{ك}$ ت

بينما تكاليف شراء الوحدات السنوية = ط × ش

حيث أن ش تمثل كلفة شراء الوحدة الواحدة

أما الكمية الاقتصادية للطلب (ك*) = $\sqrt{\frac{2 ت ط}{خ}}$ ولكن عند كل سعر شراء

مثال (3):

إحدى الجامعات تستخدم (2000) ظرف أوراق إمتحانية سنوياً وقد كان سعر هذه الكميات كما يلي:

1	إلى 750	ظرف	4	دينار لكل ظرف
751	إلى 1500	ظرف	3.5	دينار لكل ظرف
1501	فما فوق	ظرف	3	دينار لكل ظرف

فإذا كانت كلفة إعداد الطلبية تبلغ (15) دينار، في حين أن كلفة الاحتفاظ بوحدة واحدة هي (0.20) من سعر الشراء لكل ظرف.

المطلوب : تحديد الحجم الأمثل للشراء، ومجموع التكاليف.

الحل: ط = 2000

ت = 15

خ = 0.20 (ش)

حجم الشراء	ش (سعر الشراء بالدينار)	خ تكلفة الاحتفاظ بالوحدة بالدينار
750-1	4	0.80
1500-751	3.5	0.70
1501 فما فوق	3	0.60

1- ك عند سعر الشراء الأقل 3 دينار/ وحدة $= \sqrt{\dfrac{15\times2000\times2}{0.60}} = 316.2$ ظرف

ولما كانت الكمية (ك) والمساوية لـ (316.2) وحدة تقع ضمن الفئة السعرية الأولى مـن (1 إلى 750) فهي إذن لا تمثل الحجم الأمثل.

- ك عند سعر الشراء (3.5 دينار/وحدة) $= \sqrt{\dfrac{15\times2000\times2}{0.70}} = 292.7$ ظرف

ولما كانت الكمية الناتجة تقع ضمن الفئة السعرية الأولى فهي إذن لا تمثل الحجم الأمثل

- ك عند سعر الشراء (4 دينار/ وحدة) $= \sqrt{\dfrac{15\times2000\times2}{0.80}} = 273.8$ ظرف

2- مجموع التكاليف السنوية:

أ- عند الكمية 316.2 = $\left(\dfrac{\text{ك}}{2}\right)$خ + $\left(\dfrac{\text{ط}}{\text{ك}}\right)$ت + ش × ط

$$= \left[0.60\left(\frac{316.2}{2}\right)\right] + \left[15\left(\frac{2000}{316.2}\right)\right] + (2000 \times 3)$$

$$= 994.8) + (94.8) + (6000) = 6189.6$$ دينار

ب-عند الكمية 292.7 $= \left[0.70\left(\dfrac{292.7}{2}\right)\right] + \left[15\left(\dfrac{2000}{292.7}\right)\right] + (2000 \times 3.5)$

$$= (102.48) + (102.49) + (7000) = 7204.9$$ دينار

ج- عند الكمية 273.8= $\left[0.80\left(\frac{273.8}{2}\right)\right]+\left[15\left(\frac{2000}{273.8}\right)\right]+(2000\times 4)$

= (109.5) + (109.5) + (8000) = 8219 دينار

وبناء على ذلك فإن مجموع التكاليف الأقل هو الناتج عن الشراء بسعر(3) دينار للظـرف ، والكمية الاقتصادية للطلب هي 316.2 ظرف.

أسئلة وتمارين

1- أوضح ماهية إدارة المخزون وما الفرق بينها وبين إدارة المواد، وما هي مستلزمات الإدارة الفعالة للمخزون.

2- ناقش أسباب الاحتفاظ بالمخزون.

3- أوضح أهداف الرقابة على المخزون.

4- اشرح نظم الرقابة على المخزون.

5- شركة صناعية تحتاج إلى قطع غيار، وتقدر احتياجاتها السنوية من هذه القطع بـ (2000) قطعة، وتقدر تكلفة الطلبية الواحدة بـ (40) دينار.

أما تكلفة الاحتفاظ بوحدة المخزون الواحدة فتقدر بـ (0.25) من سعر الشراء للوحدة، وأن سعر الشراء هو (2) دينار للوحدة.

المطلوب: 1. حساب الكمية الاقتصادية للشراء EOQ

2. حساب عدد الطلبيات في السنة.

3. حساب إجمالي التكاليف: تكاليف الطلبيات + تكاليف التخزين.

4. الفترة الزمنية التي تفصل بين كل طلبية وأخرى.

6- أحد المستشفيات يحتاج إلى نوع معين من الأدوية، وتقدر احتياجاته من هذا الدواء بـ 3000 علبة في السنة، كما أن تكلفة إعداد الطلبية للمرة الواحدة تقدر بـ 60 دينار، وتكاليف الاحتفاظ بوحدة المخزون الواحدة (العلبة الواحدة) تقدر بـ (0.10) من سعر شراء الوحدة، أما سعر الشراء للعلبة الواحدة فيعتمد على الكمية المشتراة وذلك كما يلي:

السعر للوحدة الواحدة	عدد الوحدات المشتراة
0.75	499-1
0.70	1000-500
0.65	1000 فما فوق

المطلوب:

1- حساب الكمية الاقتصادية للشراء.

2- حساب إجمالي التكاليف للطلبيات والتخزين.

الفصل السادس
نظام تخطيط المستلزمات المادية

6-1 مقدمة

يعد ظهور نظام تخطيط المستلزمات المادية Material Requirements Planning MRP إلى عقد الستينيات من القرن العشرين، وجاء ظهوره كنظام مبرمج (محوسب Computerized) لمراقبة المخزون، والمساعدة في حساب الطلب على المواد المكونة للمنتجات النهائية سواء أكانت سلع أو خدمات، وتوفير هذه المواد وفقاً لمتطلبات خطة الإنتاج وفي الوقت المطلوب ، دون اللجوء إلى التخزين الكبير والمستمر من هذه المواد، إذ تشير الدراسات إلى أن كلفة المواد في المنظمات الصناعية تصل إلى (70%) من إجمالي كلفة المنتوج، وأن كلفة التخزين قد تصل إلى (30%) من قيمة المخزون.

امتازت معظم نماذج المخزون التقليدية بكونها ركزت على الطلب المستقل Independent في تقدير المستلزمات المادية ومفترضة بأن الطلب على المواد والأجزاء هو طلب مستمر، والطلب المستقل (كما نعلم) هو الطلب على المنتوج النهائي وليس له أية علاقة بالطلب على منتجات أخرى مثل الطلب على البرادات، الطلب على جلايات الصحون، ويتم التنبؤ بهذا الطلب إما عن طريق الخبرة والتخمين، أو باستخدام بعض النماذج التقليدية للمخزون مثل:

نموذج الاتجاه العام: نموذج مخزون الأمان Safety stock، نموذج الكمية الاقتصادية للطلب EOQ، ونموذج نقطة إعادة الطلب، أما نظام تخطيط المستلزمات المادية MRP) (فقد اعتبر طريقة جيدة لجدولة Scheduling الإنتاج والمخزون عندما يكون الطلب تابعاً أو مشتقاً Dependent ويقصد بالطلب المشتق بأنه الطلب المرتبط بالطلب

على مواد أو أجزاء أخرى. مثل الطلب على الإطارات والطلب على المحركات فهو مرتبط بالطلب على السيارات. إن نظام MRP يقوم على حساب الكميات المطلوبة من المواد بغية توفيرها في الوقت المناسب وبالكمية المناسبة ، فتنوع أساليب الإنتاج وتعدد أنواع المنتجات أدى إلى تنوع المواد الداخلة في إنتاجها، مما يجعل من الضروري دراسة كيفية تأمين الاحتياجات من المواد والمستلزمات المادية اللازمة لإنتاج كل منتوج، وهي عملية ليست سهلة.

فقد يضع مدير الإنتاج حداً أدنى لتوفر كل مادة من المواد اللازمة لإنتاج المنتوج الذي يرغب بإنتاجه بمقدار (95%) ولكنه سيجد نفسه مضطراً لتوقيف الإنتاج لفترة أكثر بكثير من (5%) من الوقت المتاح وبسبب عدم توفر المواد، السبب وبكل بساطة يعود إلى استخدام هذا المدير الاحتمال المنفرد (البسيط)، فلو أخذنا مثلاً شركة تنتج نوع من أنواع الشامبو تدخل في تركيبة عشرة مواد أولية وتتوفر بمقدار (95%) وقمنا باستخدام الاحتمال المركب لتوفر هذه المواد في نفس الوقت لوجدنا أنه لا يتجاوز (60%) إن النتيجة التي وصلنا إليها بالطبع ستكون كارثية بالنسبة لأية منظمة، وخاصة أن منظمات اليوم لا تقوم بإنتاج نوع واحد من المنتجات، بل أنواع متعددة وضمن كل نوع توجد أصناف عدة، مما يجعل هذه المنظمة تتعامل مع أعداد هائلة من المواد الأولية التي تدخل في تركيب منتجاتها.

2-6 مفهوم نظام تخطيط المستلزمات المادية

إن الفضل في ظهور هذا النظام يعود إلى ثلاثة أشخاص هم:

أورليكي ، جورج بلصل، وأوليفرويت وكذلك للمجمع الأمريكي لمراقبة الإنتاج والمخزون (APICS) وبذلك فهو نظاماً أمريكياً، لقد كان هذا النظام ثورة كبيرة في أيامه الأولى فقد أدخل الحواسيب Computers والتخطيط المنظم في عملية الإنتاج، ومنذ ظهوره طرأ على هذا النظام تعديلات ومراجعات هامة.

غان Gunn عرف نظام MRP على أنه "أسلوب لتوقيت وتحديد المستلزمات من المواد ذات الطلب المشتق وفقاً لمتطلبات العملية الإنتاجية" وهو بذلك نظام لتخطيط الأولويات لأجزاء المنتوج، بحيث يكون تاريخ توفيرها متزامن مع تاريخ الاحتياج الفعلي من هذه الأجزاء.

غروفير Groover عرف MRP على أنه "أسلوب لإدارة المخزون بهدف تقليل مستوى الاستثمار فيه إلى الحد الذي يمكن إدارة المنظمة من تلبية محتويات جدولة الإنتاج".

أورليكي Orlicky عرفه بأنه "مجموعة من الإجراءات المترابطة بشكل منطقي لترجمة محتويات جدولة الإنتاج إلى مجموعة من الأوامر: أوامر الإنتاج وأوامر الشراء، لتمكين إدارة المنظمة من الوفاء بالتزاماتها تجاه عملائها".

أما ستار Starr فعرفه بأنه "نظام معلومات لإدارة ومراقبة المخازن، يستخدم التنبؤات حول الطلب على المنتوج النهائي لتحديد الكميات المطلوبة من جميع المكونات والأجزاء".

وأخيراً نقدم التعريف التالي لنظام MRP على أنه "نظام لتخطيط الإنتاج ومراقبة المخزون آلياً، يستخدم لتجنب فقدان الأجزاء المكونة للمنتوج، إذ أنه يؤسس جدولاً يبين المكونات التي ستحتاجها المنظمة في كل مستوى من مستويات التجميع، ومتى سوف تكون المنظمة بحاجة إلى هذه الأجزاء...".

3-6 أهداف نظام تخطيط المستلزمات المادية

إن أهداف MRP يمكن تكثيفها في هدفين رئيسين هما:

أ- تحديد الاحتياجات:

فالهدف الرئيسي لأي نظام تخطيط ومراقبة الإنتاج هو التأكد من أن المواد متوفرة بالكميات والأوقات المطلوبة لمواجهة الطلب على منتجات المنظمة، وبذلك يكون هدف خطة الاحتياجات المادية هو تحديد المكونات التي يحتاجها جدول الإنتاج الرئيسي (MPS)

مع الأخذ بالحسبان فترة الحصول على المادة، وتحسب الفترة التي يجب أن تكون فيها المـواد أو المكونات متوفرة، وتجنب استثمار مبالغ ضخمة في مخزون غير مبرر، أي لا بد من تحديد أجوبـة للتساؤلات التالية:

ماذا نطلب What to order؟ متى نطلب When to order؟ متى نجدول الاسـتلام When to schedule Delivery؟ وكم نطلب How much to order وبـذلك يـتم ضـمان تحقيـق أدنى مـستوى ممكن من المخزون الأمر الذي يخفض من التكاليف.

ب- ضمان تدفق الأسبقيات:

فالطلب على المكونات وتوريدها يتغـير يوميـاً، فالمـستهلكين قـد يقيـدون طلبـاتهم أو قـد يغيرونها، وقد تتأخر المواد المشتراة، وقد تظهـر عيـوب فيهـا، وقـد تتعطـل الآلات، وقـد يتغيـب العمال، وقد تتغير التصاميم في ظل عالم متغير، لـذلك فـإن خطـة الاحتياجـات الماديـة يجـب أن تكون قادرة على معرفة الأسبقيات لضمان سـير الخطـة ، كـما أنهـا يجـب أن تكـون قـادرة عـلى إضافة أو حذف وتسريع أو تأخير وتغيير الأوامر، وبذلك يمكن القـول بـأن نظـام MRP أكـثر مـن نظام لمراقبة المخزون أنه في الحقيقة نظام لجدولة الإنتاج، لا بل فهو يمثل القلب النـابض لنظـام الإنتاج.

4-6 فوائد نظام MRP

قبل سرد الفوائد المحتمل لنظـام MRP، نـود الإشـارة إلى أن هـذا النظـام يـستخدم بـشكل خاص من أجل المنـتج المركـب، والـذي يحتـاج لمئـات الأجـزاء الأساسـية، والعديـد مـن المركبـات والمستويات الكثيرة في التجميع، فالمنتوجات البسيطة لا تحتاج إلى خبرة نظام MRP.

إن فوائد MRP قد تكون شاملة للمنظمة ككل أو لكل قسم من أقسامها:

أ- فوائده على مستوى المنظمة ككل:

1- تقليل المخزون من المواد بنسبة تتراوح بين(20-30%)

2- تحسين خدمة الزبون حيث يقلل MRP التأخير الذي قد يحصل في تنفيذ الأوامر بنسبة قد تصل إلى (90%).

3- يحقق استجابة أسرع لتغيرات وتبدلات السوق.

4- يحسن من إنتاجية المنظمة بنسبة تتراوح بين (5-30%) بفعل الاستخدام الأفضل لعناصر الإنتاج: العمل، الآلات، المواد.

5- عندما استخدم مع الإنتاج المستمر فإن نظام MRP ساعد على سرعة لمعدل دوران المخزون وصلت إلى (150) مرة في العام الواحد.

6- استخدامه يهيأ لتطبيق الأتمتة الكاملة Full Automation في المصنع.

ب- فوائده على مستوى كل قسم من أقسام المنظمة:

1- **المخازن:** يقدم MRP معلومات عن أفضل تنسيق لطلب المكونات بالتنسيق مع خطة الإنتاج مما سيؤدي إلى خفض المخزون.

2- **الإنتاج:** إذ يتم الانتفاع بشكل أفضل بالموارد الرأسمالية والبشرية لأن المعلومات من MRP قد تظهر أن هناك حاجة للتأخير في بعض الاحتياجات، وتنفيذ التسليم يصبح أفضل نظراً لتوفر معلومات دقيقة مسبقاً، كما أن MRP يمكن أن يحسن من تدفق العمل والنتيجة هي تخفيض الوقت المنقضي بين بدء وانتهاء العمل.

3- **المبيعات:** يتنبأ MRP فيما إذا كانت تواريخ التسليم المرغوبة، ستنجز في موعدها أم لا، كما أنه يزيد من مقدرة المنظمة على مواجهة التغيرات في طلبات الزبائن، ويحسن من خدمة الزبائن ، ويساعد على تقصير فترة التسليم.

4- **الهندسة:** يساعد MRP على تحديد الزمن اللازم لتحرير التصميم ومتى يـتم تغيـيره، وتحديد أنواع الأجهزة المطلوبة.

5- **التخطيط:** يمكن لنظام MRP محاكاة التغيرات في الجدولة الرئيسية للإنتاج، وتقييمها، ويساعد على تخطيط العمل..الخ.

6- **الشراء:** إذ يمكن لنظام MRP أن يوصي بتغيير التاريخ المحدد للطلبية، وكمية الطلبيـة، وإطلاع في قسم الشراء على أولويات توريد المكونات والأجزاء.

7- **الجدولة:** إذ يسمح MRP بجدولة أفضل من خلال معرفة أفضل الأولويات.

8- **التمويل:** نظام MRP يمكن أن يقدم تخطيط أفضل لتدفق الاحتياجـات النقديـة مـما سيقود إلى تحقيق الاكتفاء الـذاتي، وذلـك بتقييـد الطاقـات الحقيقيـة، والنتيجـة هـي قرارات أفضل لاستثمار رأس المال.

6- 5 حدود نظام MRP:

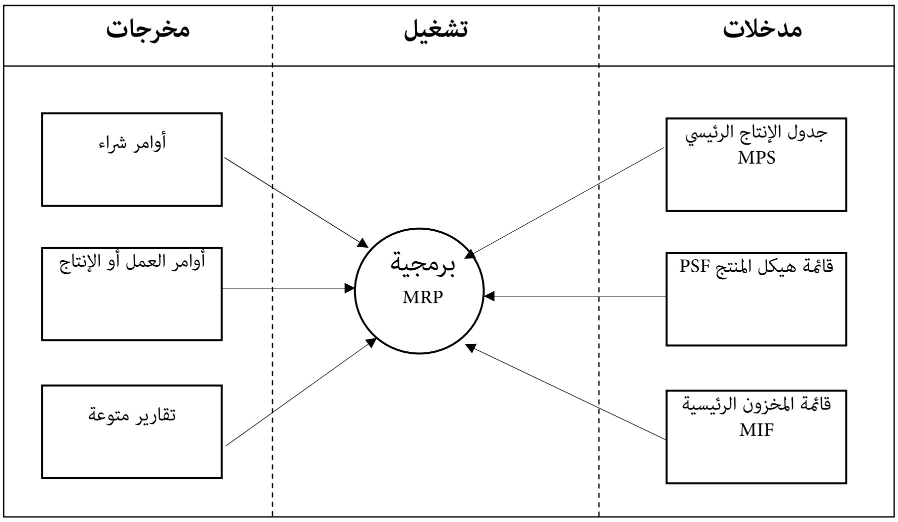
هناك مجموعة من المحددات التي يجـب مراعاتهـا عنـد تطبيـق MRP، وفي البدايـة نريـد القول أن MRP لم يحقق النجاح بكل مـا تعنيـه الكلمـة، كـما كـان متوقعـاً في أوائـل الـستينيات عنـدما ظهـر النظـام لأول مـرة، فقـد ترافـق بالعديـد مـن المـشاكل مـع ضـعف الاسـتراتيجيات التنفيذية، ونقص الدعم من الإدارة العليا، ونقص حماس العاملين له.

أمـا المـشكلات الفنيـة التـي صـاحبت تطبيـق MRPن فبـسبب كونـه نظـام محوسـب ويتعامــل مــع كميــات كبــيرة مــن المعلومــات كمــدخلات Inputs لــه، كانــت المــشكلة عـدم دقـة المعلومـات، كـما أن التقـصير والإهـمال دمـرت عـدة نظـم لتخطـيط المـستلزمات المادية، وإضافة خيارات Options خيالية مثل كبر الكمية المقدرة، ومخـزون الأمـان، والتقـديرات غـير الواقعيـة تعتـبر مـصدراً هامـاً لمـشكلات النظـام، وبـشكل عـام يمكـن القـول بـأن النظـام

يجب أن يكون مقنعاً، دقيقاً ونافعاً بشكل أساسي وإلا فإنـه سـيكون كزينـة باهظـة الـثمن يـتم المرور عليها دون أية فائدة.

6-6 الإطار النظمي لنظام **MRP:**

إن تخطيط المـستلزمات الماديـة هـو في الواقـع نظـام System وهـذا النظـام لـه مـدخلات Inputs وعمليات Process، ومخرجات Outputs يوضحها الشكل التالي:



شكل رقم (1) منظومة تخطيط المستلزمات المادية

وسنقوم فيما يأتي بشرح هذه المكونات:

1-6-6 مدخلات **MRP:**

إن المدخلات الرئيسية لنظام MRP هي:

- جدول الإنتاج الرئيسي Master Production Schedule: MPS
- قائمة تركيبة المنتوج Product Structure File: PSF
- قائمة المخزون الرئيسية Master Inventory File: MIF

1- جدول الإنتاج الرئيسي:

بموجب هذا الجدول يتم تحديد ماذا يتم تصنيعه وفي أي وقت، والجدول يجب أن يتم إعداده طبقاً لخطة الإنتاج التي يتم فيها تحديد مستوى المخرجات بشكل عام. وقبل الحديث عن جدول الإنتاج الرئيسي، نود الحديث عن خطة الإنتاج، فلخطة الإنتاج مدخلات متنوعة منها الخطط المالية، خطط المبيعات، الإمكانات الفنية، خطة العمالة، تقلبات المخزون، أداء الموردين، ومدخلات أخرى وكل من هذه المدخلات يساهم بطريقته في خطة الإنتاج.

إن جدول الإنتاج الرئيسي يوضح لنا ما هو المطلوب لإشباع الطلب، وكيفية الاستجابة لخطة الإنتاج كذلك فهو يبين ما هي الفقرات التي يتم تصنيعها وفي أي وقت، وهنا نود التنويه إلى أن الجدول الرئيسي للإنتاج هو عبارة عن بيان بالإنتاج وليس تنبؤاً بالطلب، وهو الكميات التي يجب أن تنتج وليس ما يمكن أن نقوم بإنتاجية (أي ما نحتاج لإنتاجه وليس ما يمكننا إنتاجه).

وهكذا فجدول الإنتاج الرئيسي يقود عملية تخطيط الاحتياجات المادية وبواسطته يمكن أن نقدم جدول الإنتاج النهائي الذي تنشأ الحاجة إليه، قبل أن نقوم بكتابة جدول الإنتاج للمواد الأولية بواسطة نظام MRP.

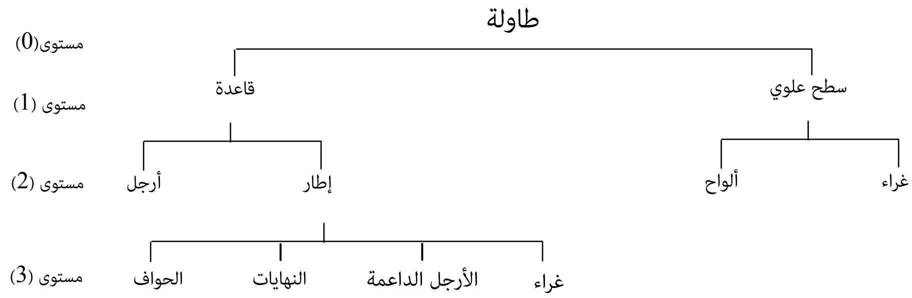
2- قائمة تركيبة المنتوج (PSF)

يستخدم نظام MRP قائمة تركيبة المنتوج لتحديد المكونات التي تحتاج إلى الجدولة، وقائمة تركيبة المنتوج تحتوي على بطاقة المادة (BOM) لكل مادة يتم إنتاجها، وهذه البطاقة تتضمن وصف مختصر لكل بند ويحدد متى وما هي الكمية التي نحتاجها من كل مادة لتصنيع وتجميع المنتوج، ويتم تقديم الوصف في شكل رسم هندسي لهيكل المنتوج، وهذا الرسم يجمع مواد يسمى بعضها عوائل Families والبعض الآخر فروع أو أطفال، والعلاقات بين هذه المكونات يجب توضيحها في الرسم الهندسي، في هذا الرسم يتم

وضع عدة مستويات ويكون المنتوج النهائي، أو البند النهائي في قمة الرسم ويأخذ الرقم (0) وكلما اتجهنا إلى الأسفل زاد رقم المستوى، إن بطاقة المادة الناتجة عن هيكل المنتوج يمكن أن تأخذ أشكالاً مختلفة:

- **بطاقة المادة ذات المستويات المتعددة:**

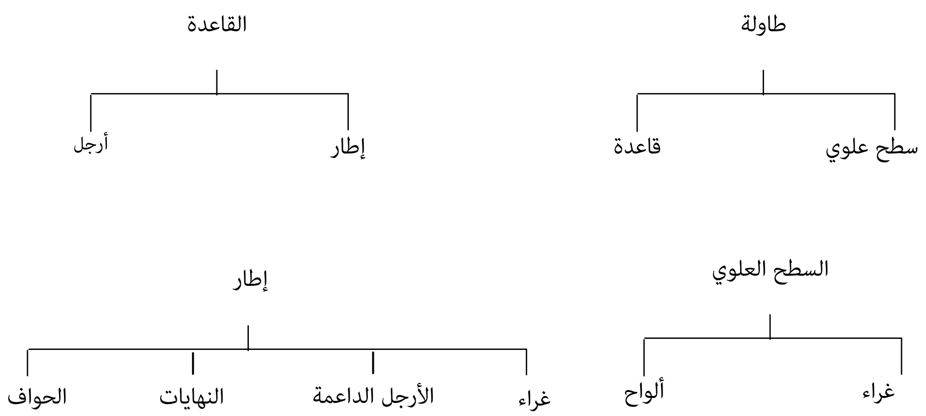
وهو الشكل الأكثر شيوعاً لأنها تقدم معلومات شاملة عن الإنتاج، وما يؤخذ على هذا الشكل هو التكلفة الكبيرة لإعداد القوائم ويوضح الشكل التالي هذا النوع من البطاقات:



شكل رقم (2) بطاقة المادة ذات المستويات المتعددة

- **بطاقة المادة ذات المستوى المنفرد:**

تستخدم هذه البطاقة للمكونات المحتاجة في مستوى معين من مستويات التجميع وكما يوضح الشكل التالي:



شكل رقم (3) بطاقة المادة ذات المستوى المنفرد

- **بطاقة المادة المختصرة:**

في هذه البطاقة يتم تحديد الكميات الإجمالية لكل عنصر يدخل في تكوين المنتوج، دون الأخذ بالاعتبار مستوى التجميع، والجدول التالي يوضح هذه البطاقة:

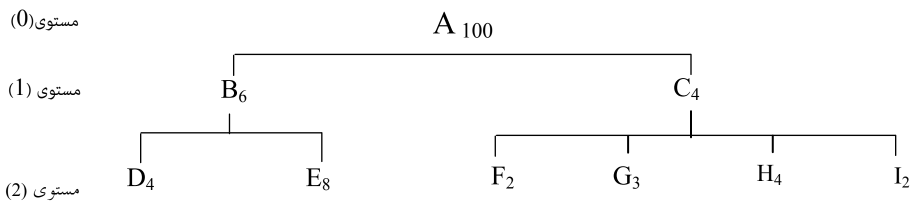
التقرير: جدول **رقم الجزء : 100**		
رقم العنصر	**المادة**	**الكمية**
203	أرجل خشبية	4
411	نهايات خشبية	2
622	حواف خشبية	2
023	سطح علوي	1
122	طاولة كمبيوتر	1

مثال (1):

شركة الفرات للأثاث الخشبي قدرت أن الطلب على الكرسي الخشبي الفخم (A) الذي تنتجه سيصل إلى (100) وحدة، ويتطلب إنتاج هذا الكرسي مادتين مكونين اثنين

هما (C, B) ويحتاج الكرسي إلى (6) وحدة من (B) و (4) وحدات من (C)، بينما إنتـاج وحـدة (B) يحتاج إلى (4) وحدات من المادة (D) وإلى (8) وحدات من المادة (E)، في حـين أن إنتـاج الوحـدة الواحدة من المكون (C) يحتاج إلى (2) وحدة مـن المـادة (F) و (3) وحـدة مـن المـادة (G) و (4) وحدات من المادة (H) و (2) وحدة من المادة (I)، والمطلوب حساب الاحتياجـات الإجماليـة مـن كل من هذه المكونات والمواد، حيث نلاحظ أن الطلب على المكونات أو الأجـزاء مـن (B) وحتـى (I) هو طلب تابع (مشتق) للطلب على المنتج (A).

- هيكل المنتوج:



شكل رقم (4) هيكل المنتوج

يوجد في الشكل ثلاث عوائل هي C , B , A في حين أن الفروع أو الأطفال هي: I , H, G , F, E , D

لمواجهة الطلب ولحساب الكميات المطلوبة من هذه المواد فإننا نقوم بما يلي:

- المادة B:	6 × عدد A =	6 × 100 = 600 وحدة
- المادة C:	4 × عدد A =	4 × 100 = 400 وحدة
- المادة D:	4 × عدد B =	4 × 600 = 2400 وحدة
- المادة E:	8 × عدد B =	8 × 600 = 4800 وحدة
- المادة F:	2 × عدد C =	2 × 400 = 800 وحدة
- المادة G:	3 × عدد C =	3 × 400 = 1200 وحدة
- المادة H:	4 × عدد C =	4 × 400 = 1600 وحدة
- المادة I:	2 × عدد C =	2 × 400 = 800 وحدة

التعليق:

من أجل إنتاج (100) كرسي (A) سوف تحتاج الشركة إلى 600 وحدة من المـادة (B) و (400) وحدة من المادة (C) و (2400) وحدة من (D) و (4800) وحدة من (E) و (800) وحـدة مـن (F) و (1200) وحدة من (G) و (1600) وحدة من (H) و (800) وحدة من (I).

3- قائمة المخزون الرئيسية (MIF):

تتضمن قائمة المخزون الرئيسية كمية كبيرة من المعلومات حول كل مادة، يمكن أن تنتج أو تطلب، فتنظم وتخزن في النظام، وتتضمن معلومات عن الكميات الموجودة في المخزن والكميات المطلوبة، وفترة إعادة الشراء، ومخزون الأمان، وهي تقدم وصفاً مفصلاً لكل مادة، إن دقـة هـذه القائمة هو أمر هام وأساسي لفعالية نظام MRP.

كما أن من الضروري القيام بفحص عام لإجراءات التخزين وهيا يتضمن:

- صيانة المخزون بانتظام وإيجاد وسائل لمراقبته.
- تكوين إجراءات سحب المخزون وضمان تدوين فوري ودقيق لعمليات التخزين.
- إجـراء الجـرد المـادي للمخـزون عـلى أسـس نظاميـة وتـسوية التناقـضات في الوقـت المناسب.

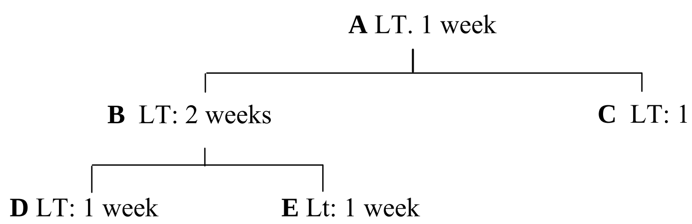
2-6-6 عمليات نظام MRP:

يتولى نظام MRP مهمة جدولة إنتاج أو تأمين كافة المواد الداخلة في إنتاج المنتـوج النهـائي، فهو يحدد احتياجات المنتوج النهائي من هذه المـواد، كـذلك يبـين صـافي المخـزون، وفـترة إعـادة الشراء، ويقدم أوامر الشراء وترتيبات العمل.

إن عمليات نظام MRP تتمحور حول المحاور الرئيسية الأربعة التالية:

- الإظهار والترتيب لمكونات المنتوج.
- تحديد الاحتياجات الإجمالية وكذلك الاحتياجات الصافية من المكونات.
- إصدار أوامر الطلب (الشراء أو الإنتاج).

الإظهار والترتيب للمكونات من خلال ما أسميناه سابقاً بهيكل المنتوج أو ما يسمى شجرة المنتوج Product Tree، ولكن الشجرة تحتوي على معلومة إضافية وضرورية - زيادة على الهيكل- إنها فترة إعادة الشراء LT: Lead Time إن فترة إعادة الشراء تمثل الفترة من وقت تحرير الطلب حتى وقت جاهزية المادة للاستعمال، إنها تتضمن أيضا كل الوقت اللازم لترتيب ومعالجة المادة، والانتظار، والحركة والمعوقات... فمثلاً إذا كان المطلوب إنتاج المنتوج (A) وكانت المادتان المكونتان له (C,B) متوفرتان فإن عملية الإنتاج ستتم في أسبوع واحد، وهكذا فإن فترة إعادة الشراء للمنتوج (A) هي أسبوع واحد، وبشكل مشابه فإنه إذا كان (E , D) متوفرتان فالوقت الذي نحتاجه لكي نصنع (B) هو أسبوعين والكميات المطلوبة من كل هذه المواد هي وحدة واحدة، والشكل التالي يوضح ذلك:



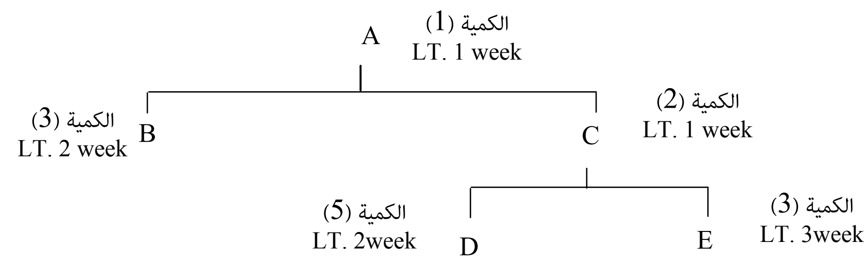
شكل رقم (5) شجرة المنتوج A مع فترة إعادة الشراء L.T

تحديد الاحتياجات وإطلاق أوامر الطلب:

فبواسطة برمجية نظام MRP يتم تحميل ملف تركيبة المنتوج (PSF) لغايات تحديد الاحتياجات الإجمالية لكل جزء من أجزاء المنتوج من خلال شجرة المنتوج وبشكل تنازلي أي الابتداء بالمستوى رقم (0) فالمستوى رقم (1) وهكذا حتى الوصول إلى أدنى مستوى.

مثال توضيحي (2):

بافتراض شجرة المنتوج (A) والبيانات المتعلقة بتركيبة هذا المنتوج النهائي كما يلي:



شكل رقم (5) شجرة المنتوج النهائي

جدول رقم (1) البيانات المتعلقة بالمنتوج النهائي (A) ومكوناته

الجزء	وصف الجزء	المدة الزمنية بالأسبوع	المخزون الفعلي	الكميات المجدول استلامها	
				الكمية	تاريخ استحقاقها
A	منتوج نهائي	1	20	30	الأسبوع الخامس
B	جزء مشترى	2	10	30	الأسبوع الثالث
C	تجميع فرعي	1	15	25	الأسبوع الأول
D	مادة أولية	2	100	-	
E	مادة أولية	3	80	-	

- الإجراءات المتبعة لتحديد الاحتياجات الإجمالية والصافية من المكونات والمدة الزمنية.

المنتوج A:	**المدة الزمنية = 1 أسبوع**						
الأسبوع	1	2	3	4	5	6	7
الاحتياج الإجمالي						100	
المجدول استلامه					30		
الموجود الفعلي	20	20	20	20	50	-50	
الاحتياج الصافي						50	
الأوامر المخطط للإطلاق					50		

الجزء المشترى B:	**المدة الزمنية = 2 أسبوع**						
الأسبوع	1	2	3	4	5	6	7
الاحتياج الإجمالي					150		
المجدول استلامه			30				
الموجود الفعلي	10	10	40	40	-110		
الاحتياج الصافي					110		
الأوامر المخطط للإطلاق			110				

التجميع الفرعيC:	المدة الزمنية = 1 أسبوع						
الأسبوع	1	2	3	4	5	6	7
الاحتياج الإجمالي					100		
المجدول استلامه	25						
الموجود الفعلي	40	40	40	40	-60		
الاحتياج الصافي					60		
الأوامر المخطط للإطلاق				60			

المادة الأولية D:	المدة الزمنية = 2 أسبوع						
الأسبوع	1	2	3	4	5	6	7
الاحتياج الإجمالي				300			
المجدول استلامه							
الموجود الفعلي	100	100	100	200			
الاحتياج الصافي				200			
الأوامر المخطط للإطلاق		200					

المادة الأولية E:	المدة الزمنية = 3 أسبوع						
الأسبوع	1	2	3	4	5	6	7
الاحتياج الإجمالي				180			
المجدول استلامه							
الموجود الفعلي	80	80	80	100			
الاحتياج الصافي				100			
الأوامر المخطط للإطلاق	100						

وبذلك فإن قانون حساب الاحتياجات الإجمالية هو:

الاحتياجات الإجمالية للجزء = (الاحتياج الصافي من الوحدة ذات المستوى الأعلى المباشر) × (تكرار الجزء المحسوب في الوحدة ذات المستوى الأعلى المباشر)

فعل سبيل المثال تم تحديد الاحتياجات للجزء (B) كما يلي:

(50 وحدة الاحتياج الصافي من المنتوج A) × (3 تكرار (كمية) الجزء B في إنتاج وحدة من A) = 150 وحدة من B

أما قانون الاحتياجات الصافية فهو:

(الاحتياج الصافي من الجزء) = (المخزون الفعلي للجزء + الكميات المجدول استلامها) - (الاحتياج الإجمالي للجزء)

فإذا كان الناتج موجباً فذلك يعني أن الاحتياج الصافي من الجزء يساوي الصفر، أما إذا كان الناتج قيمة سالبة فهذا يتطلب إنتاج أو طلب كمية من ذلك الجزء.

فمثلاً الاحتياج الصافي للجزء (B) يتم احتسابه كما يلي:

[10 وحدة مخزون فعلي + 30 وحدة مجدول استلامه] - [150 وحدة الاحتياج الاجمالي لـ (B)] = 110 وحدة

- **وضع الاحتياج الصافي على شكل دفعات:**

بعد إتمام حساب الاحتياجات الصافية لكل جزء يتم وضع هذه الاحتياجات على شكل دفعات لتحديد كمية أوامر الشراء وأوامر الإنتاج المخطط للإطلاق وذلك يتم باستخدام أحد الأساليب التالية:

حجم الدفعة الثابتة، حجم الدفعة الاقتصادية، حجم الدفعة المساوي للاحتياج (Lot-For-Lot) أقل كلفة للوحدة، أقل كلفة إجمالية، الاحتياج المتوازن للفترة ، وغيرها.

وأن اختيار أي من هذه الأساليب في تحديد حجم الدفعة يعتبر قراراً إداريا ولا يدخل ضمن نطاق عمليات MRP.

وفي المثال السابق تم اعتماد أسلوب حجم الدفعة المساوي للاحتياج(L.F.L) لتحديد كمية أوامر الشراء وأوامر الإنتاج المتعلقة بأجزاء المنتوج (A) فعلى سبيل المثال إن كمية أمر الشراء المخطط للإطلاق من المادة الأولية (E) والمتمثلة في (100) وحدة مساوية للاحتياج الصافي من هذه المادة.

- **تسوية المدد الزمنية:**

بتحديد الاحتياجات الإجمالية والصافية للأجزاء والمكونات يكون النظام قد حدد الكميات، ويبقى تحديد متى يتم إطلاق أوامر الطلب (الشراء أو الإنتاج) إن نظام MRP يقوم بتسوية للمدد الزمنية والتي يقصد بها التحديد المبكر لتواريخ إطلاق أوامر الإنتاج وأوامر الشراء المتعلقة بالاحتياجات من الأجزاء باعتماد المدد الزمنية المخططة لهذه الأجزاء، بحيث تتزامن تواريخ استحقاقها وفقاً لمتطلبات العملية الإنتاجية وبالتالي تلبية محتويات جدول الإنتاج الرئيسي (MPS) ضمن الوقت المحدد لها.

فمن المثال السابق، كان الأسبوع السادس يمثل تاريخ الاستحقاق لأمر الإنتاج المتعلق بتجميع المنتوج النهائي (A)، ولتحديد تاريخ الإطلاق لهذا الأمر على المدة الزمنية اللازمة لتجميعه وهي أسبوع واحد يتم وفقاً للصيغة التالية:

تاريخ الإطلاق للمنتوج النهائي A= تاريخ استحقاق الأمر- المدد الزمنية له

= الأسبوع السادس-أسبوع واحد

= الأسبوع الخامس

إن تاريخ الإطلاق للمنتوج النهائي (A) سيعتمده النظام كتاريخ استحقاق للتجميع الفرعي (C) وللجزء المشترى (B) ومن ثم يبدأ بتحديد تواريخ الإطلاق لهذين الجزأين وذلك بطرح المدد الزمنية لكلاً منها من تاريخ استحقاقهما وبنفس الطريقة يتم تحديد تواريخ إطلاق أوامر الشراء المتعلقة بالمواد الأولية (E , D).

من خلال ما تقدم تتضح قدرة MRP على خلق التزامن بين الاحتياجات المخططة من الأجزاء وفقاً لتاريخ استحقاق المنتوج النهائي، وهذا ما يعرف بالجدولة العكسية، وبذلك فإن MRP جعل من المدد الزمنية ذات طبيعة ديناميكية بعكس النماذج أو النظم التقليدية.

3-6-6 مخرجات نظام **MRP:**

تتمثل مخرجات النظام في التقارير التالية:

1- التقارير المتعلقة بأوامر الشراء المخططة للإطلاق.
2- التقارير المتعلقة بأوامر العمل أو الإنتاج المخططة للإطلاق.
3- اشعارات إطلاق الأوامر لتنفيذ الأوامر المخططة.
4- إشعارات إعادة الجدولة والتي تشير إلى التغيير في تاريخ استحقاق الأوامر المفتوحة.
5- إشعارات بإلغاء وتأخير الأوامر المفتوحة بسبب التغير في جدولة الإنتاج الرئيسية.
6- تقارير حالة المخزون.
7- تقارير الإنجاز والتي تبين مدى التوافق بين الفعلي والمخطط من كلف ووحدات ومدد زمنية.

8- تقارير الاستثناء وتشير إلى الأخطاء أو الخروج من المعدل المحدد، كالتأخير أو تجاوز تاريخ الاستحقاق للأوامر، التلف أكثر من النسبة المحددة أو عدم توفر الأجزاء.

أسئلة وتمارين

1- ناقش أهمية نظام MRP من ناحية ارتباطه بنوعية الطلب.

2- أوضح أهداف نظام تخطيط المستلزمات المادية MRP.

3- لنظام MRP فوائد كثيرة ومتعددة، ناقش هذه الفوائد.

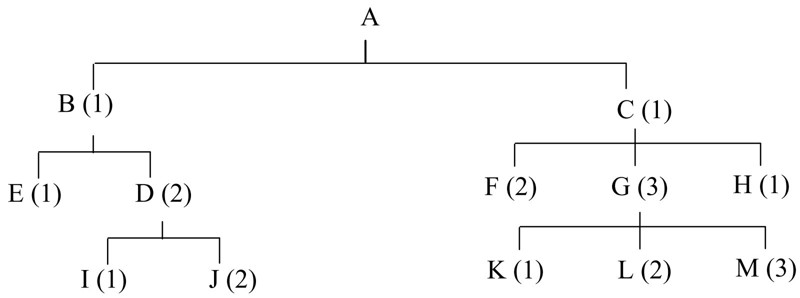
4- ارسم شكلاً توضيحياً لنظام MRP موضحاً عليه مدخلات ومخرجات النظام.

5- قائمة بنية المنتوج تعد من أهم مدخلات نظام MRP، ناقش مضامين هذه القائمة.

6- اشرح عمليات نظام تخطيط المستلزمات المادية MRP.

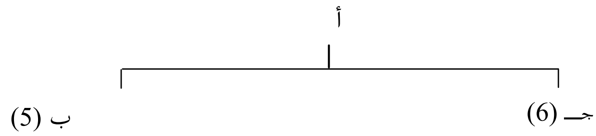
7- أذكر أهم مخرجات نظام تخطيط المستلزمات المادية MRP.

8- شركة الشرق لإنتاج أجهزة التلفون، فيها يحتاج إنتاج الوحدة الواحدة (A) إلى الأجزاء والمواد الموضحة في الشكل الآتي: والكميات المطلوبة من كل جزء معطاة كذلك في الشكل:



المطلوب: تحديد الكمية اللازمة من كل جزء لإنتاج (20) وحدة من المنتج (A) .

9- هيكل المنتـوج (أ) الـذي تنتجـه ادى الـشركات وكميـات الجـزأين المكـونين لـه معطـاة في الشكل التالية:



تبلغ كمية الإنتاج المطلوبة من المنتج (أ) 10 وحدات في الأسبوع السادس، وتحتاج الوحـدة الواحدة من المنتوج (أ) في إنتاجها إلى (5) وحدات من الجزء (ب) و (6) وحدات من الجزء (جــ) ، إن وقت الحصول على المنتوج (أ) يبلغ أسبوعاً واحداً ولا يوجد أي مخـزون سـواء مـن المنتـوج (أ) أو من مكوناته (ب) و (جت) ، أما وقت الحصول على الجـزء (ب) فيـساوي أسـبوعاً واحـداً، وعلى الجزء (جـ) فيساوي أسبوعين.

المطلوب:

1- حساب الاحتياجات الإجمالية من المواد.

2- حساب الاحتياجات الصافية من المواد.

الفصل السابع
نظام الإنتاج الآني
JIT

1-7 مقدمة

جاء ظهور نظام الإنتاج الآني (أو نظام الإنتاج في الوقت المناسب Just-In-: Time JIT : في اليابان وفي شركة Toyota تحديداً، متزامناً مع ظهور نظام تخطيط المستلزمات المادية MRP في الولايات المتحدة الأمريكية، وقد استخدم هذا النظام بداية في العمليات التصنيعية، ثم ما لبث أن انتشر استخدامه في مجالات أخرى كأعمال الخدمات والزراعة والتوزيع وغيرها، نظام JIT كنظام إدارة السحب والتحكم من وفي المخزون، تتمثل أهدافه في القضاء على الوقت الضائع للانتظار والتهيئة، والتخلص من المخزون الزائد والفضلات أو المخلفات الزائدة وإزالة نقاط الاختناق من أمام تدفق وانسياب الإنتاج، ويقوم على عدة افتراضات مثل حجم إنتاج صغير، تحسين مستمر لنظام الرقابة على الجودة، مشاركة جميع العاملين، ويتطلب بيئة عمل مستقرة، واستقرار في الطلب.

2-7 مفهوم نظام **JIT:**

من وجهة نظرنا فإن نظام JIT هو:

نظام للإنتاج بالكميات وفي الوقت المطلوب لمواجهة طلب مستقر، يبنى على نظام دقيق للتحكم في المخزون ونظام معلومات فعال، وتنسيق تام بين العمليات الإنتاجية من جهة وبين الموردين من جهة أخرى، بحيث تصل المستلزمات بالكميات والمواصفات والوقت المناسبة، وفي ظل بيئة عمل مستقرة.

من خلال التعريف السابق نستنتج أن خصائص نظام الإنتاج الآني JIT هي:

- إنتاج بكميات محددة وفي أوقات محددة لمواجهة طلب مستقر: إذ يتميز الإنتاج في ظل هذا النظام بأحجام إنتاج غير كبيرة تشبع الطلب المستقر والمستمر. وهذا يعني أن الإنتاج يكون بالكميات المطلوبة وفي الوقت والمكان المناسبين للزبون، مما سيؤدي إلى خفض تكاليف الإنتاج بسبب انخفاض تكاليف المخزون الناجم عن انخفاض حجم المخزون.

- نظام دقيق للتحكم في المخزون ونظام معلومات فعال: من حيث تحديد كمية ومواصفات وأوقات الحاجة للمواد والمستلزمات، والعمل على توفير هذه المستلزمات، فدور نظام الرقابة على المخزون غير الموجود (المخزون الصفري) يتمثل في تأمين المستلزمات من مصادرها واستكمال جاهزيتها للمباشرة في الإنتاج.

- ويستخدم مع نظام الإنتاج الآني نظام معلومات يدعى نظام كانبان Kanban وهو نظام معلومات يستخدم لإبلاغ المورد بإرسال كمية من مادة ما، وتجهيز كمية أخرى من تلك المادة، ويعرف هذا النظام بنظام البطاقات والتي تمثل وسائل آلية لتحريك المخزون ووفقاً للحاجة، وسنعود إلى عرض مضمون هذا النظام بشكل تفصيلي في فقرة قادمة من هذا الفصل.

- التنسيق التام بين العمليات الإنتاجية من جهة وبين الموردين Suppliers من جهة أخرى، فزيادة الطلب على السلع الجاهزة يؤدي بالطبع إلى زيادة معدل دوران المخزون من المواد والمستلزمات وتقليل فترة التخزين، وهذا يتطلب إبلاغ المورد بالعمليات الإنتاجية المقررة، لا بل ضرورة إشراكه في تخطيط وترتيب هذه العمليات، لكي يتمكن بدوره من الاستعداد لتلبية متطلبات هذه العمليات فقد يتم استلام شحنة واحدة أو حتى أكثر من شحنة في اليوم الواحد، ومن الطبيعي أن هذا سيزيد من تكاليف النقل، لكنه يؤدي إلى قلة تكاليف التخزين والمناولة. ولإتمام العمليات الإنتاجية فلا بد من توفر خطوط إنتاج ومعدات تتمتع بالمرونة (القيام

بأكثر من وظيفة) وهذا ما سيؤدي إلى تهيئة سريعة مما سيؤدي إلى تقليل وقت التهيئة وخفض التكاليف.

- وصول المستلزمات بالكميات والمواصفات والوقت المناسبة: فطالما أن الإنتاج يتم بكميات غير كبيرة، وبسبب انخفاض وقت التهيئة، وعدم وجود مخزون، فمن الطبيعي أن تصل المستلزمات بالكميات المطلوبة ودون زيادة أو نقصان، وتكون مواصفاتها مطابقة للمواصفات المطلوبة، ويجب أن يكون وصولها في الوقت المطلوب والمتناسب مع توقيت الطلبيات والمباشرة في إنتاجها.
- يتطلب نظام JIT بيئة عمل مستقرة: تتسم بسيادة الإدارة الجماعية وتقوم على إشاعة روح التعاون والإقناع والتنسيق بين الإدارة والعمال والموردين واحترام الأفراد ودعمهم لأنهم المنفذين ومصدر الأفكار، ومن الضروري إشراكهم في الأنشطة الإدارية بشكل فعال.

3-7 أهداف نظام **JIT**:

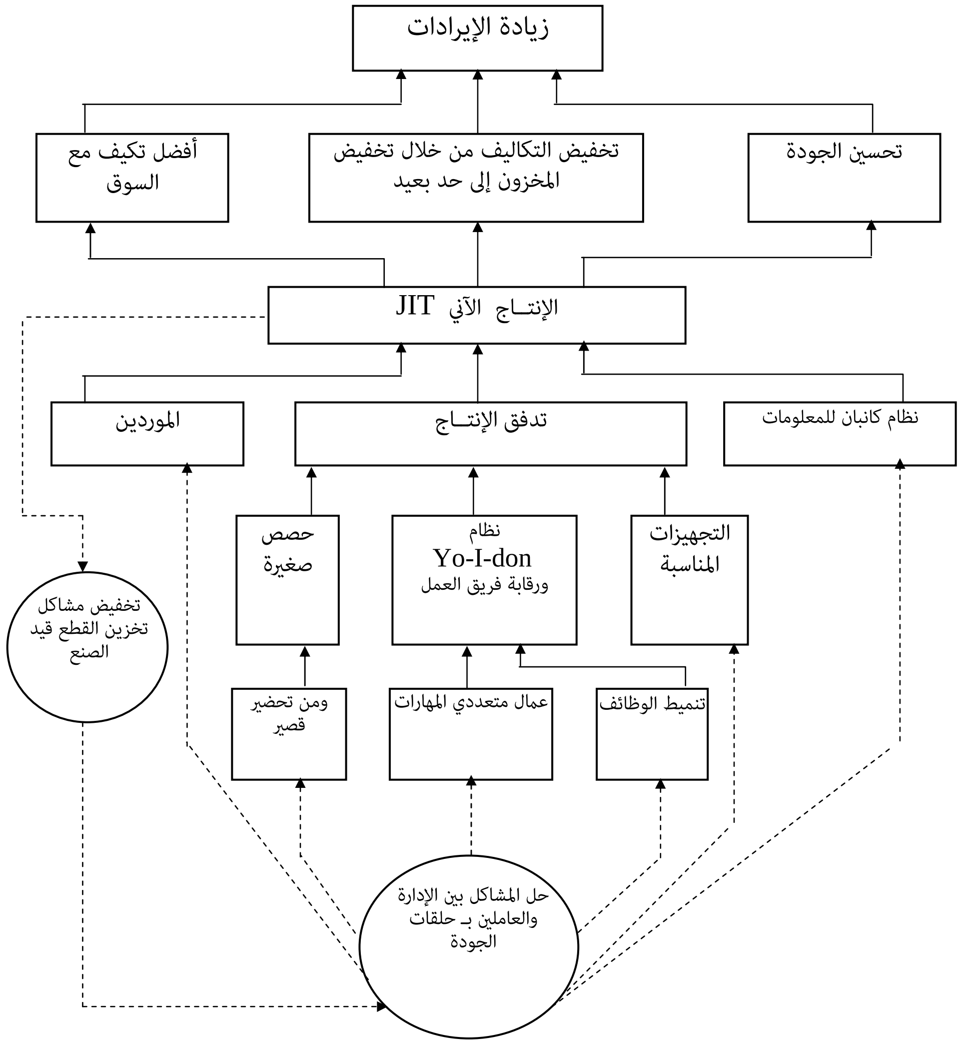
يهدف هذا النظام إلى:

- القضاء على الإنتاج الفائض، فالإنتاج يكون بقدر الطلب.
- القضاء على وقت الانتظار وتخفيض وقت التهيئة وإعادة التشغيل.
- التخلص من أو تجنب الإنتاج المعيب من خلال التحسين المستمر لنظام الرقابة على الجودة.
- تخفيض المخزون إلى حده الأدنى طالما أن الإنتاج مرتبط بالطلب.
- التركيز على العمليات المنتجة فقط والتقليل من الحركات الزائدة وغير الضرورية.

هذه الأهداف للنظام في حال تحقيقها فإن ذلك سيؤدي إلى خفض تكاليف التخزين، وتجنب الوقت الضائع بسبب تأخر وصول الإمدادات، وكذلك سيؤدي إلى التوفير في تكاليف النقل، وخفض حجم النفايات وإعادة الإنتاج، وخفض استهلاك الطاقة والعمالة

وهذا كله سيؤدي إلى خفض تكاليف الإنتاج بدرجة كبيرة إلى جانب التحكم العالي في الجودة.

وفي النهاية سيؤدي ذلك كله إلى زيادة معدل العائد على الاستثمار، والشكل التـالي يوضـح نظام الإنتاج JIT.



الشكل (1) نظام الإنتاج الآني Jit [1]

(1) SN Chary, 1994, Production and operations Management TATA MC Graw-Hill publishing-New delhi. PP.448.

4-7 عناصر نظام الإنتاج الآني JIT:

لتحقيق أهداف نظام JiT والمتمثلة في تحسين الإنتاجية والجودة وخفض التكاليف لا بد أن تتوفر لهذا النظام عناصر عديدة ومترابطة هي:

- التركيز على الزبائن.
- تقرير العنصر البشري.
- التحسين المستمر في الأداء.
- تجنب التالف والمخلفات الزائدة.
- عناصر أخرى منها:
  - نظام معلومات.
  - تحميل متماثل للصنع.
  - تخفيض وقت التهيئة.
  - الشراء في الوقت المناسب.
  - التصنيع الخلوي.
  - الصيانة الإنتاجية الكلية.

وسنقوم فيما يأتي بشرح مختصر لكل من هذه العناصر:

1-4-7 التركيز على الزبائن:

فالتركيز على الزبائن وإشباع رغباتهم بالسلع أو الخدمات وبالمواصفات والزمان والمكان المناسبة لهم، هو الأساس والمحور لكافة نظم الإدارة الحديثة.

والتركيز على الزبائن يتجاوز عملية استلام طلباتهم فقط إلى الاستماع لرغباتهم وتفضيلاتهم وحاجاتهم المستقبلية، وهذا يتطلب الاتصال مع هؤلاء الزبائن لتحديد احتياجاتهم، الأمر الذي يشعر هؤلاء بأن المنظمة قريبة منهم ومهمته بهم من جهة، وبما

يساعد المنظمة في وضع خطط الإنتاج وبالتالي خطط المستلزمات المادية اللازمة لعملية الإنتاج من جهة ثانية، إذاً فالتركيز على الزبائن يساعد على تحديد الكميات المطلوب إنتاجها والمواصفات والأوقات والأماكن المناسبة لهم، مما يساعد على وضع خطة الاحتياجات وضرورات تأمينها بالكميات والمواصفات والأوقات المطلوبة وهذا في الواقع هو جوهر نظام الإنتاج الآني JIT.

2-4-7 تقدير العنصر البشري

وهو من العناصر الهامة جداً في نظام الإنتاج الآني JIT، لأن تحسين الإنتاجية والجودة وخفض تكاليف الإنتاج بشكل عام لا يمكن أن تتحقق بدون الإسهام الفعال للعنصر البشري، فالعنصر البشري هو منفذ الأعمال، ومصدر الأفكار وفي النهاية هو المسؤول عن نجاح أو فشل المنظمة، إن تقدير العنصر البشري من قبل إدارة المنظمة يتمثل في إشراكه في صنع القرارات، ووضع الخطط والسياسات اللازمة. وهذا التقدير أساسه احترام العاملين وتوفير بيئة عمل مناسبة وتشجيعهم على الإبداع والابتكار، وتحفيزهم مادياً ومعنوياً ودون تمييز، فشركة Toyota تعامل كل العاملين لديها على أنهم زملاء وشركاء يأكلون في نفس المكان ويلبسون نفس اللباس، ويجلسون على مكاتب موضوعة في قاعات كبيرة بدون جدران.

هذا التقدير للعنصر البشري سيخلق جواً إيجابياً للعمل، تحترم فيه إنجازاتهم ومشاركتهم وجهودهم وإبداعاتهم، الأمر الذي سيكون دافعاً لهم على البقاء في المنظمة طيلة حياتهم الوظيفية.

3-4-7 التحسين المستمر في الأداء

لأن نشاط المنظمة وأدائها هو في تطور مستمر، خاصة في ظل ظروف المنافسة الشديدة السائدة حالياً، ويجب تقييم نشاط التحسين سواء على المدى القصير أو الطويل

الأجل، ويعد دعم الإدارة العليا ونظرتها البعيدة الأجل هو مفتاح نشاط التحسين المستمر، فالإدارة العليا مطالبة بتبني الهياكل الداعمة والضرورية والمتعلقة بأنشطة توزيع الموارد ومستويات الجودة، وتحسين كفاءة أداء العنصر البشري من خلال التدريب والتحفيز والمكافآت، وإشراك العاملين في كافة الأنشطة والعمليات، لكي تتضمن الإدارة قبول العاملين لعمليات التطوير والتحسين المستمر التي هي في الواقع وسيلة تستطيع المنظمة من خلالها الوصول إلى أهدافها المتمثلة في تحقيق مزايا تنافسية في الأسواق وزيادة مردوداتها الاقتصادية، ونود الإشارة أخيراً إلى أن التحسين المستمر لا يشمل فقط العمليات والأنشطة العملياتية والمادية وإنما يشمل أيضاً تحسين وتطوير في مجالات الأهداف، والأهداف ذاتها وأساليب بلوغها.

4-4-7 تجنب التالف والمخلفات الزائدة

يقصد بالتالف المنتوج الذي لا قيمة مضافة له.

بينما يقصد بالمخلفات Waste الزائدة: الفضلات أو العوادم لعملية الإنتاج والتي تزيد عن الحدود المعيارية لها، مثل فضلات المواد والأجزاء والطاقة وغيرها وكلما زادت نسبة التالف والمخلفات عن حدود السماح بها فإن ذلك سيرتب على المنظمة تكاليف إضافية وبالتالي خسائر.

وللتالف أنواع عدة من أهمها:

1- التالف الناجم عن الزيادة في الإنتاج Over Production، ففي بعض الأحيان تلجأ المنظمة إلى زيادة إنتاجها لأكثر من حدود الطلب، وذلك لزيادة كفاءة الموارد، وهذا السلوك مع أنه صحيحاً وله ما يبرره اقتصادياً، لكن المشكلة تكمن في أن الموارد التي استخدمت لإنتاج زيادة في الإنتاج، كان يمكن أن تستخدم بشكل أكثر فاعلية في مجال آخر، إضافة إلى أن زيادة الإنتاج يرافقها زيادة المخزون وبالتالي زيادة التكاليف.

2- التالف الناجم عن الانتظار Waiting، فقد تتعرض بعض المـواد للتلـف بـسبب طـول فـترة الانتظار أمام مراكز العمل، مثل تلف مادة الطماطم نتيجة الانتظار الطويـل أمـام مـصنع الكونسروة.

3- التـالف النـاجم عـن النقـل Transportation والمناولـة Handling، إذ تتعـرض الكثـير مـن المنتجات أثناء عملية النقل من المنظمة إلى الأسواق، أو نقل المواد من المورد إلى المنظمـة، كذلك فإن أسلوب المناولة والتحريك داخل الموقع يؤدي إلى إتلاف الكثير من المنتجـات أو المواد والأجزاء إذا لم يكن هذا الأسلوب مناسباً.

4- التالف الناجم عن المعالجة أو التصنيع Processing، فكثير من إجراءات وطرق المعالجة أو التصنيع أو التحويل قـد تلحـق ضرراً بـالمنتوج أو بـالمواد، وخاصـة إذا لم يراعـى التـصميم الجيد للمنتوج، فالتصميم الجيد يؤدي إلى تقليل العمـل الـلازم لإكـمال التـصنيع وبالتـالي خفض المصاريف الناجمة عن التصنيع.

5- التالف الناجم عن التخزين Inventory فكثير من المواد والمنتجات تتعـرض للتلـف خاصـة إذا كان حجم المخزون كبيراً (وهذا ما لا ينطبق على نظام JIT) وإذا كانت شروط التخزين كلها أو بعضها غير صحيحاً.

6- التالف الناجم عن الحركة Motion الزائـدة للعامـل: فحركـات العامـل هـي نوعـان؛ الأول ضروري لإنتاج المنتوج والثاني يمثل حركة ضائعة ولا تؤدي إلى تقـدم العمـل وخلـق قيمـة مضافة، والوقت الضائع في الحركات الزائدة يمثل إضافة كلفة زائدة على تكاليف الإنتاج.

7- التـالف النـاجم عـن الأجـزاء المعيبـة Defective parts: فأيـة منتجـات معيبـة تمثـل تلفـاً وتكـاليف إضـافية، ولـذلك فـإن المنظومـات الإداريـة الحديثـة تؤكـد عـلى أهميـة فحـص المنتوج في كل مرحلة من مراحل الإنتاج واستبعاد المعيب قبل إكمال إنتاجه، لأن اكتشاف العيـوب خـلال عمليـة الإنتـاج يمكـن إصـلاحها وتحمـل تكـاليف إضـافية (تكـاليف الفـشل الـداخلي Internal Failer) لكـن المـشكلة الأخطـر تكمـن في وصـول

هذا الإنتاج المعيب إلى المستهلك وما يترتب على ذلك من تكاليف كبيرة وخسائر ناجمة عن كلف الكفالة أو الضمان، والأهم من ذلك تحول المستهلك إلى سلعة بديلة أخرى وشكواه لكثير من أقرباءه وأصدقاءه.

5-4-7 عناصر أخرى لنظام الإنتاج الآني JIT:

1- نظام معلومات كانبان Information System :

فشركة TOYOTA تستخدم نظام للبطاقات أو ما يعرف بنظام كانبان Kanban مع نظام الإنتاج الآني JIT.

ونظام كانبان هو نظام معلومات بسيط يستخدم من قبل مركز العمل لإبلاغ المورد او المركز السابق بإرسال كمية من مادة ما، وتجهيز كمية أخرى من تلك المادة.

و Kanban في اللغة اليابانية تعني بطاقة أو إشارة، وبالتالي فنظام الكانبان يقوم بإرسال بطاقة أو إشارة إلى مصدر المادة أو الجزء بضرورة إعادة التوريد، ويمكن أن تستخدم هنا الإشارات الضوئية، أو بواسطة صندوق فارغ توضع فيه البطاقة، أو يمكن إرسال الرسالة بواسطة البريد الإلكتروني E-Mail.

وبطاقات نظام الكانبان هي نوعان: بطاقات السحب WK وبطاقات الإنتاج Pok، حيث أن الأولى تستخدم لإعطاء الإذن لسحب كمية من المرحلة السابقة، بينما الثانية تعطى الإذن لمعالجة أو العمل على المواد التي تحتويها حاوية قياسية لوحدات خاصة محددة في البطاقة، ولنظام الكانبان شروط خاصة لنجاحه وهي:

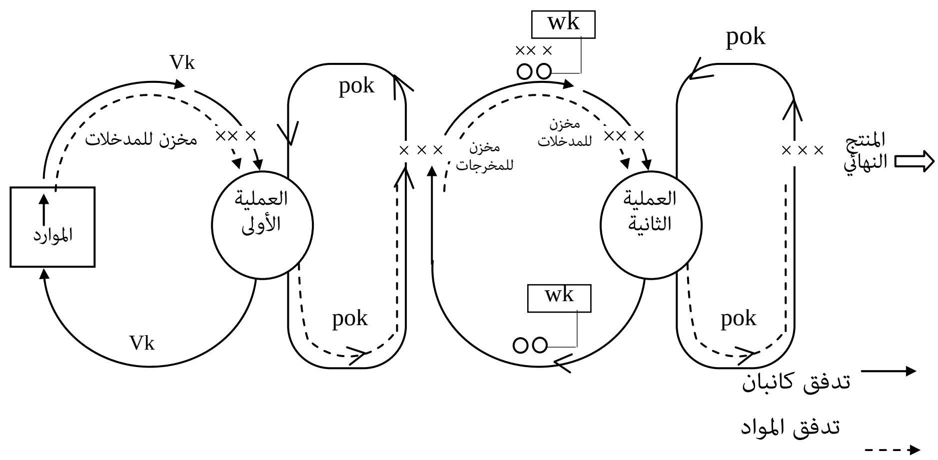
- لا يجوز إرسال وحدات تالفة للمرحلة التالية مباشرة.
- تسحب المرحلة التالية الكمية المحددة بالبطاقة دون زيادة أو نقصان.
- تقوم المرحلة السابقة بإنتاج نفس الكمية التي سحبتها المرحلة التالية، ويكون الإنتاج بعد استلام البطاقة ذات العلاقة.

- عدد البطاقات يجب أن يكون قليلاً، وأن المستوى الأعلى للمخزون يتحدد بعدد البطاقات، ولذلك يجب العمل على تقليل عدد البطاقات قدر الإمكان.

أما آلية عمل هذا النظام فهي كما يلي:

- عند احتياج مركز عمل لمواد من نوع خاص أو أجزاء، توضع بطاقة السحب على حاوية فارغة إيذاناً بإرسال هذه الحاوية إلى مكان تواجد المواد أو الأجزاء.
- في حال وجود حاوية مليئة ملصق عليها بطاقة إنتاج، تزال البطاقة عن الحاوية وتوضع في البريد، وهذا العمل بمثابة إشارة للمرحلة السابقة لبدء العمل على المواد للإحلال محل حاوية المواد.
- توضع بطاقة السحب أو الحركة على الحاوية المليئة وهذا يمثل إذناً بتحريك الحاوية إلى محطة العمل التي تحتاج محتوياتها.

والشكل التالي يوضح آلية عمل نظام البطاقات Kanban



شكل رقم (2) آلية نظام كانبان (*)

(*) Chary, S.N., 1994 , production and opperations Management, New-Delhi, pp.452

يتم تحديد عدد الحاويات والبطاقات المتعلقة بها وفقاً للمعادلة التالية:

$$\text{عدد الحاويات (ع)} = \frac{\text{متوسط الطلب خلال فترة الانتظار + المخزون الاحتياطي}}{\text{سعة الحاوية}}$$

أو:

$$\text{ع} = \frac{\text{ط (و + ت + ن) (1+ح)}}{\text{ك}}$$

حيث:

ع تمثل عدد الحاويات

ط: تمثل الطلب المتعلق بالجزء ذو العلاقة وبالساعة.

و: تمثل وقت الانتظار للحاوية وبالساعة.

ت: تمثل وقت المعالجة لكل حاوية وبالساعة.

ن: تمثل وقت النقل بالساعة وتستخدم للمشتريات الخارجية (من الموردين).

ك: تمثل عدد الوحدات في الحاوية.

ح: متغير أو عامل السياسة وتضعه الإدارة ليشير إلى التأثيرات الخارجية وهذا المتغير يـؤثر على المخزون الاحتياطي أو مخزون الأمان.

مثال (1):

كان إنتاج أحد الأجزاء في أحد مصانع الحافظ للبرادات يتم كما يلي:

الطلب في الساعة الواحدة (ط) = 300 وحدة.

سعة الحاوية (ك) = 20 وحدة

وقت الإنتاج أو المعالجة (ت) = 6 دقائق وهو يعادل 0.10 ساعة

وقت الانتظار في منطقة الحجز (و) = 3 دقائق وهو يعادل 0.05 ساعة

المخزون الاحتياطي (ح) = 0.10 من الوحدات المنتجة محلياً.

الحل: ع = $\frac{(0.10+1)(0+0.10+0.05)}{20}$ $18.975 = 19$ حاوية تقريباً

وفي حال لجوء إدارة المصنع للشراء من الخارج لهذا الجزء فتتم المعالجة بنفس الأسلوب ما عدا أننا سنأخذ وقت النقل (ن) بالاعتبار، كما أن المخزون الاحتياطي سيكون أكبر منه في حالة إنتاج الأجزاء في المصنع، فلو افترضنا أن وقت النقل (ن) كان (12) دقيقة وهو يعادل 0.20 ساعة والمخزون الاحتياطي (ح) يساوي 0.20 فإن:

ع = $\frac{300(0.20+0.10+0.05)(0.20+1)}{20} = 24.3 = 24$ حاوية تقريباً

2- تحميل متماثل للمصنع:

يعمل التحميل المتماثل على تلطيف أثر ردود الفعل والتي تحصل نتيجة للتغيرات في جدول الإنتاج، فعندما يحصل تغيير في الخط التجميعي النهائي فإن تغييرات أخرى يجب أن تحدث عبر محطات الخط الأخرى، ولتجنب هذه الحالة يعمل على إجراء تعديلات بسيطة وذلك من خلال تطوير خطة الإنتاج الشهرية وجعل معدل الإنتاج ثابتاً.

ويمكن تحقيق ذلك وكما فعلت الشركات اليابانية من خلال تحديد نفس المزيج الإنتاجي اليومي وبكميات قليلة، حيث سيكون لدى الشركة وبشكل عام مزيج من المنتجات يمكنها من الاستجابة للتغيرات في الطلب.

فعلى سبيل المثال نلاحظ من الجدول الآتي أن الكميات الشهرية قد حولت إلى كميات يومية (بافتراض 20 يوم عمل في الشهر) وذلك للمساعدة في احتساب وقت الدورة، حيث يستخدم هذا الوقت لتعديل المصادر وبذلك الشكل الذي يمكن من إنتاج

الكمية المطلوبة بالضبط، لأن المهم أن تنتج الشركة يومياً الكمية المطلوبة، ذلك لأن نظام الإنتاج الآني يعمل على أساس الإنتاج حسب جدول الإنتاج، وحسب الكلفة وحسب الجودة.

النموذج	الكمية الشهرية	الكمية اليومية	الوحدات لكل 9.6 دقيقة
الأول	8000	400	4
الثاني	4000	200	2
الثالث	2000	100	1
المجموع	14000	700	7

فإذا كانت الشركة تعمل بنظام وجبات العمل، حيث تضم وجبتي عمل وتعمل كل واحدة منها (8) ساعات في اليوم، فإن:

وقت الدورة = $\frac{2\times60\times8}{700}=1.37$ وحدة في الدقيقة

وتعيد الدورة نفسها صبعد (1.37 × 7) = 9.6 دقيقة

عدد الدورات في اليوم = $\frac{60\times2\times8}{9.6}=100$

3- تخفيض وقت التهيئة Set up Reduction:

فتخفيض وقت التهيئة سيؤدي إلى زيادة طاقة الآلات، وسيقلل كلاً من مخزون المواد تامة الصنع والمواد شبه المصنعة، كذلك فإن تخفيض وقت التهيئة يعتبر متطلباً أساسياً لتعزيز تلطيف الإنتاج، ذلك أن أوقات تهيئة قصيرة ستسمح بالإنتاج بأحجام صغيرة مما سيؤدي إلى خفض فترة الانتظار ويساعد في زيادة مرونة العملية الصناعية.

4- الشراء في الوقت المناسب: JIT Purchasing

وهذا يتطلب وجود علاقات وثيقة مع الموردين وبما يحقق المنافع المتبادلة لكلا الطرفين، ويجب النظر إلى الموردين كامتداد طبيعي للمنظمة المنتجة، كما يتوجب

الاستفادة من خبراتهم في تحديد المواصفات العامة والفنية للمنتوج.

وهذا بطبيعة الحال سيؤدي إلى تحسين الجودة ويقلل التكاليف.

ومن خصائص نظام الشراء بالوقت المناسب ما يلي:

- كميات شراء صغيرة تفي باحتياجات الإنتاج الآنية، فالتوريد يمكن أن يتم عدة مرات في اليوم الواحد.
- الاعتماد على عدد غير قليل من الموردين.
- اتفاقيات الشراء أو التوريد تكون طويلة الأجل.
- تبادل كبير للمعلومات بين الطرفين: المورد والمنظمة المشترية.
- تعاون المشتري مع المورد لتخفيض تكاليف المورد وبالتالي خفض أسعاره.
- قرب الموردين جغرافياً من المشتري يعتبر مهماً جداً.

5- التصنيع الخلوي: Cellular Manufacturing

إن الترتيب الداخلي للمصنع، في ظل نظام الإنتاج الآني يجب أن يؤدي إلى خفض تكاليف المناولة والمخزون من المواد نصف المصنعة، وكذلك تقليل وقت دورة الإنتاج وتحسين تدفق المعلومات، واليابانيون الذين يفضلون ترتيب المصنع على أساس المنتوج، ينظمون إنتاج الأجزاء أو ما يسمى بعوائل الأجزاء Families of Parts وذلك بعدد من الخلايا Cells وعلى شكل حرف (U) وهو ما يسمى بالتصنيع الخلوي، حيث يخصص عامل أو أكثر للعمل على عدة آلات خصصت لإنتاج عوائل من الأجزاء في كل خانة. كما يقوم العامل بالعمل على جزء واحد حتى الانتهاء منه، وكل عامل له ممر محدد من خلال الآلة التي يعمل عليها، ويقوم بالتعامل مع ومعالجة جزء واحد في اللحظة الزمنية، أي إنتاج وحدة واحدة، وهذا الترتيب يؤدي إلى تقليل المخزون والمساحات المستخدمة وتحسين الجودة والإنتاجية.

6- الصيانة الإنتاجية الشاملة: Total Productive Maintenance

لأن الصيانة الوقائية كما هو معروف تقوم على معالجة المشكلات قبل حدوثها، أي تهدف إلى تجنب تعطل الآلات وتوقف الإنتاج وهذا يرتب على المنظمة تكاليف إضافية، أما الصيانة العلاجية فهي تقوم على إصلاح الأعطال التي حدثت فعلاً.

بينما الصيانة الإنتاجية الكلية فتؤكد على ضرورة تحقيق فاعلية للنظام الإنتاجي في المنظمة وذلك من خلال إشراك كافة العاملين وأخذ آراءهم ومقترحاتهم في وضع سياسات الصيانة التي ستتبع.

5-7 مستلزمات تطبيق نظام الإنتاج الآني: JiT

إن تطبيق نظام JIT دفعة واحدة ليس قراراً حكيماً، فقد اقترح وانتك Wantnck عام 1989 الخطوات والمستلزمات الآتية لتطبيق نظام JIT:

1- دعم الإدارة العليا المستمر.

2- تشكيل لجنة توجيه لصياغة السياسة واختيار الجهة الريادية، وتوفير الموارد اللازمة وتوجيه المشروع باتجاه تطبيق JIT.

3- برنامج لتعليم وتثقيف العاملين بالمشروع لضمان تفاعلهم وانسجامهم معه.

4- التخطيط الريادي للمشروع بواسطة فريق عمل يوجه بالتزام الممارسات الأساسية المتعلقة بنظام JIT كتخفيض وقت التهيئة، وتكنولوجيا المعلومات، وتلطيف احتياجات الإنتاج.

5- موافقة اللجنة التوجيهية على ما عرضه فريق العمل المتعلق بالمشروع.

6- تدريب العاملين وخاصة أولئك المشمولين بالتطبيق الريادي وذلك لتحقيق فهمهم المشروع وضمان تعاونهم في إنجاحه.

7- التنفيذ مع مراقبة التقدم وتوفير المعلومات لأصحاب القرار وذلك لمراجعة الخطة كلما استدعى الأمر.

8- رفع تقرير عن المشاكل التي صاحبت عملية التنفيذ وكيف تم حلها.

9- توفير المعلومات عن الدروس المستفادة ورفعها للجنة التوجيه.

10- الانتقال لمشروع ريادي آخر أو لمنطقة ريادية أخرى لتنفيذ النظام مع الاستفادة مع المعرفة الناجمة عن الخبرة السابقة والبناء عليها.

وأشار باحثون آخرون بأن مستوى الرضا لدى العاملين يزداد ويتحسن كلما زاد إنغماسهم وتعاملهم مع نظام الإنتاج الآني JIT.

6-7 نظام الإنتاج الآني في المنظمات الخدمية **JIT in Services**

إن أهمية تطبيق نظام JIT في المنظمات الخدمية لا تقل بكل تأكيد عنها في المنظمات الإنتاجية، وأن عناصر هذا النظام ومستلزماته متوفرة في المنظمات الخدمية، فالتركيز على الزبائن هو أمر ضروري وهام جداً في هذه المنظمات، كما أن تقدير العنصر البشري هو هام جداً في المنظمات الخدمية لأن الاتصال مباشر في مجال الخدمات بين مقدم ومتلقي الخدمة.

كذلك فإن أنشطة التحسين المستمر للإنتاجية والجودة يمكن أن تكون أكثر إلحاحاً في الخدمات منها في الإنتاج المادي.

لقد أشار جيس واكويلانو Chese & Aquilano عام 1992 إلى أنه: وعند البدء بالتفكير بالخدمات على أنها أنظمة إنتاج منظمة، يمكن اعتبار استخدام نظام الإنتاج الآني لإعادة هيكلة العمليات الخدمية، وإذا حدث ذلك فإنه سيؤدي إلى تقديم خدمات متجانسة وبنوعية جيدة وقيمة عالية وبإنتاجية عالية.

أسئلة وتمارين

1- حاول تحديد الاختلافات فيما بين نظام JIT ونظام MRP.

2- أوضح مفهوم نظام JIT وارسم شكلاً توضيحياً للنظام.

3- أوضح أهداف نظام الإنتاج JiT وارسم شكلاً توضيحياً للنظام.

4- اسرد عناصر نظام الإنتاج الآني JiT واشرح عنصر التركيز على الزبائن.

5- يعد تقدير العنصر البشري أحد أهم عناصر نظام JiT اشرح أهمية هذا العنصر.

6- تجنب التالف والمخلفات الزائدة يعد عنصراً هاماً لنظام JiT، ناقش أهمية هذا العنصر.

7- لنظام الإنتاج الآني JiT عناصر أخرى إلى جانب عناصره الأساسية، اشرح باختصار هذه العناصر الإضافية.

8- نظام كانبان هو نظام معلومات تطبقه شركة TOYOTA مع نظام الإنتاج الآني، اشرح مضمون نظام كانبان، وارسم شكلاً توضيحياً له.

9- الشراء في الوقت المناسب هو أحد عناصر نظام الإنتاج الآني JIT ناقش مضمون هذا العنصر.

10- اشرح أهم مستلزمات تطبيق نظام الإنتاج الآني JiT.

11- ناقش أهمية تطبيق نظام الإنتاج الآني JiT في المنظمات الخدمية.

12- في شركة الفرات للجرارات كانت المعلومات المتصلة بإنتاج أحد أجزاء الجرار كما يلي:

- يبلغ الطلب الساعي (في الساعة) ط لهذه الجزء 100 وحدة
- سعة حاوية الجزء هي: 10 وحدة.
- يبلغ وقت الإنتاج أو التشغيل (ت) 10 دقائق.
- يبلغ وقت الانتظار في منطقة الحجز (و) 4 دقائق .
- المخزون الاحتياطي (ح) يبلغ : 20% من الوحدات المنتجة داخلياً.

المطلوب: حساب عدد الحاويات.

13- في التمرين السابق افترض أن الجزء المحدد يتم شراءه من الخارج افترض أن وقت النقل اللازم هو (15) دقيقة، والمخزون الاحتياطي (ح) يساوي 0.20.

احسب عدد الحاويات في هذه الحالة.

14- في أحد المصانع يتم إنتاج منتج ما ويتكون هذا المنتج من جزئين هما (B, A) إذ يتم إنتاج الجزء (A) في مركز العمل (1) وإنتاج الجزء (B) في مركز العمل (2)، وتحتاج وحدة المنتج النهائي إلى (3) وحدات من الجزء (A) و (2) وحدة من الجزء (B، فإذ توفرت لدينا المعلومات التالية حول الجزئين:

	الجزء A	**الجزء B**
- سعة الحاوية	80 وحدة	50 وحدة
- وقت الصنع أو الإنتاج	0.06 يوم	0.20 يوم
- وقت الانتظار	0.09 يوم	0.14 يوم
- المخزون الاحتياطي	0.09	0.08

وإذا علمنا أن الطلب اليومي من المنتج النهائي هو (800) وحدة تقريباً:

المطلوب : حساب عدد الحاويات اللازمة لكلاً من الجزء(A) والجزء (B).

الفصل الثامن

الرقابة على الجودة

1-8 مقدمة:

الجودة Quality كممارسة عملية موجودة منـذ أقـدم العـصور، فـما تركتـه لنـا الحـضارات القديمة مثل الفرعونية، البابلية، الفينقية، الرومانية والحضارة العربية الإسلامية من شواهد وآثار تحمل في طياتها معان متقدمة للجودة سواء جودة التصميم أم جـودة الإنتـاج، والحقيقيـة فـإن جودة تصميم وإنتاج هذه الصروح والآثار هو الذي مكنها من مقاومة الزمن والظروف المناخيـة على مدى آلاف السنين.

في فترة العصور الوسطى وخاصة بعد الثورة الـصناعية ازدادت أهميـة الجـودة للمنتجـات الصناعية ، لكن مـضمون الجـودة خـلال تلـك الفـترة وحتـى خمـسينيات القـرن العـشرين كـان مختلف نسبياً عن مضمون الجودة فيما بعد ذلك التاريخ أي في ظروفنا المعاصرة.

فقبل الخمسينيات كان ينظر إلى الجـودة عـلى أنهـا مجموعـة الـصفات والخـصائص التـي يجب أن تتوفر في المنتوج وبما يتطابق مـع صـفات وخـصائص وضـعت لهـذا المنتـوج سـلفاً. وفي معظم الأحيان كانت هذه الخصائص والصفات تحدد من قبـل المنـتج Producer ووفقـاً لظروفـه وموارده واعتباراته الإنتاجية، وهذا ما ندعوه بالمفهوم التقليدي للجودة.

أما الجودة في العقود الأخيرة وفي ايامنا هذه فينظر إليها على أنها:

مجموعة الصفات والخصائص والمعايير التي يجـب أن تتـوفر في المنتـوج وبمـا يتطـابق مـع ويلبي رغبات وتفضيلات المستهلك، وهذا ما ندعوه بالمفهوم الحديث للجودة.

والجودة بالمفهوم الحديث قد ينظر إليها من واحد من الجوانب الثلاثة:

- **جودة التصميم: Design Quality**

ويقصد بها توفر مجموعة معينة من الخصائص الملموسة وغير الملموسة في تصميم المنتوج سواء أكان سلعة أم خدمة. ومثال على ذلك استخدام الحرير الطبيعي بدلاً من الصناعي في إنتاج القميص، وضرورة الفحص الشامل للمريض قبل إجراء أية عملية جراحية له.

- **جودة الأداء: Performance Quality**

ويقصد بها قدرة السلعة أو الخدمة على الأداء الجيد أو إرضاء الزبون لأطول فترة ممكنة، وهو ما ندعوه بدرجة الاعتمادية Reliability.

- **جودة الإنتاج: Production Quality**

وهي عنصر هام في مثلث الجودة هذا، إذ أنه لا يكون من الممكن ترجمة جودة التصميم إلى واقع ملموس، ولا يمكن تحقيق جودة الأداء، بدون العمليات الإنتاجية، فجودة الإنتاج يقصد بها جودة ظروف الإنتاج، وجودة العمليات الإنتاجية، وتسمى في بعض الأحيان بجودة المطابقة Confermance Quality ويقصد بها مدى مطابقة جودة التصميم مع ظروف وعمليات الإنتاج في المنظمة، فهذا التطابق ستكون له نتائج إيجابية على الجودة الكلية للمنتوج بشكل عام وجودة الأداء بشكل خاص.

إن وظيفة إدارة الجودة في المنظمة هي تحقيق نوع من التوازن والتكامل بين قرارات عديدة، فتحديد كلاً من جودة التصميم وجودة الأداء يضمن توازناً بين ما يريده المستهلك من جهة وبين ظروف وإمكانات المنظمة في المجال الإنتاجي من جهة أخرى. وحتى يمكن لإدارة الجودة، ضمان مستوى معين من الجودة، فإن من بين وظائفها الهامة جداً، وظيفة الرقابة على الجودة Quality Control.

2-8 مفهوم الرقابة على الجودة:

يقصد بها مجمل الأنشطة المنفذة بهدف التأكد من مطابقة خصائص وصفات المنتـوج مـع تلك التي كانت محددة له سلفاً.

إذاً فوظيفة الرقابة على الجودة تستهدف التأكد من أن ما يـتم إنتاجـه يتطـابق تماماً مـع المواصفات المحددة، وهذا يستلزم بطبيعة الحال وضع مواصفات محددة مسبقاً لإنتـاج المنتـوج، وهذه المواصفات تـصبح بمثابـة المعـايير التـي سـتتم وفقـاً لهـا مقارنـة المواصـفات الفعليـة مـع المواصفات المحددة، لتحديد مستوى التطابق.

والرقابة على الجودة نشاط لا يشمل الرقابة على جودة المنتـوج النهـائي فقـط، بـل يـشمل الرقابة على مدخلات العملية الإنتاجية من مواد ومستلزمات وعمليات، ونقـل وتخـزين وغيرهـا لأن في ذلك ضمانة للوصول إلى منتوج نهائي يتمتع بمواصفات تتطابق مع المعايير.

إن مضمون الرقابة على الجودة طرأ عليه تطور سببه الرئيس هو ظـروف الـسوق وتعزيـز دور وقيادة المستهلك لدورة الإنتاج والجودة.

فالمضمون التقليدي للرقابة عـلى الجـودة كـان يتطـابق مـع وظيفـة الفحـص أو التفتـيش Inspection عـلى المنتجـات الجـاهزة، وعـزل المنتجـات المعيبـة والتـي لا تتفـق مـع المواصـفات المحددة عن المنتجات التي ستعرض في الأسواق، بمعنى أن الرقابة على الجودة كانت رقابـة عـلى جودة المنتجات النهائية فقط.

أما المضمون الحـديث للرقابـة عـلى الجـودة وفي ظـل مـداخل الإدارة الحديثـة مثـل إدارة الجودة الشاملة Total Quality Management: TQM فقـد توسعت مساحة الرقابـة عـلى الجـودة لتمتد من لحظة البحث عن المورد Supplier حتى ما بعد تـسليم المنتـوج النهـائي إلى الزبـون أو المستهلك.

أي من السوق إلى السوق، مروراً بتخزين المواد والمستلزمات وعمليات التشغيل والمناولة وتخزين وشحن المنتجات الجاهزة وعرضها في منافذ التوزيع، حتى تسليمها إلى المستهلك النهائي، ويترافق هذا مع تدريب وتأهيل العنصر البشري على أساليب الرقابة الإحصائية على الجودة، واقتناع ودعم الإدارة العليا لهذا الاتجاه.

والحقيقة فإن المضمون الحديث للرقابة على الجودة يستلزم تضافر جهود جميع الإدارات والأقسام في المنظمة لتحقيق أهدافه.

أما عن دور إدارة الإنتاج والعمليات في هذا النشاط، فهو دور هام جداً، ومنذ البداية وحتى النهاية، ومن منطلق تحديد المسؤوليات فإن مسؤولية إدارة الإنتاج والعمليات تبدأ من لحظة استلام المواد والمستلزمات، وتحضير الآلات والمعدات، وترتيب العمليات الإنتاجية وتسلسلها حتى الوصول إلى إنتاج المنتوج النهائي وتسليمه إلى المخازن، وهذا يعني أن دور إدارة الإنتاج يبدأ من مخزن المواد والمستلزمات وينتهي عند مخزن السلع الجاهزة.

3-8 الأهداف النهائية لنظام الرقابة على الجودة

لقد حدد الباحثان Chase and Aquilano لنظام الرقابة على الجودة مجموعة أهداف محددة تحديداً واضحاً ودقيقاً هي:

1- تخفيض عدد شكاوي العملاء من مستوى الجودة إلى 3% كحد أقصى..

2- تخفيض مردودات المبيعات بسبب الجودة إلى 2% كحد أقصى.

3- تخفيض نسبة المواد التي يعاد تشغيلها مرة أخرى بسبب عدم تمتعها بالجودة المطلوبة إلى 5 % كحد اقصى.

4- خفض تكاليف الرقابة على الجودة والفحص للوحدة الواحدة من المنتج بنسبة (10%)

ويتم التأكد من تحقق هذه الأهداف في نهاية خطة الجودة، كما أن من الضروري تحديث أو تعديل هذه الأهداف باستمرار.

4-8 الاهتمامات الرئيسية لنظام الرقابة على الجودة

ثمة تساؤلات هامة يتوجب على نظام الرقابة على الجودة، الإجابة عليها، وهي:

1- ما هي الصفات والخصائص الأساسية في المنتج والتي سيتم قياسها؟ وهل سيتم قياسها جميعها؟ أم جزء منها؟ ومن أبرز هذه الصفات والخصائص: الرتبة Grade، الاعتمادية، سهولة الصيانة، استمرارية الأداء الجيد.

2- ما هي النقاط في مرحلة الإنتاج التي سيتم عندها القيام بالاختبار لمستوى الجودة؟

فإذا كان الإنتاج يتم على مراحل متعددة، فإن نقاط الفحص أو المراقبة ستحدد في ظل بدائل عديدة منها:

- أن يكون الفحص لكافة المواد الخام والأجزاء الداخلة في الإنتاج، أي أن الفحص سيتم على المدخلات Inputs وقبل دخولها للإنتاج.
- أن يكون الفحص قبل مراحل الإنتاج ذات التكلفة الأعلى، أو ذات القيمة المضافة الأكبر، أو ذات الاستثمارات الأكثر، أو على أساس كم المخزون تحت التشغيل بالمرحلة.
- أن يتم الفحص بعد إتمام كل العمليات الإنتاجية، بمعنى الفحص للمخرجات Outputs النهائية.

3- ما هو أسلوب الفحص الواجب اتباعه؟ وهل سيتم اعتماد أسلوب الفحص الشامل لجميع الوحدات؟ أم الاعتماد على العينات؟

4- ما مصير الوحدات المعيبة؟ هل سيتم استبعادها؟ أم سيتم إصلاحها؟ وما هي خطوات ومتطلبات إصلاحها؟

5- ما درجة تكرارية عملية القياس والفحص؟ وهذا يتبع لنظام الإنتاج، فكلما كان النظام غير مستقراً، كلما تطلب درجة تكراراً أكبر لعملية القياس والفحص.

6- ما هي حدود المطابقة للمواصفات الخاصة بتصميم المنتج، وكيف يمكن وضع هذه الحدود؟

7- ما هي أنسب الأساليب الإحصائية للرقابة على الجودة؟

5-8 تصميم نظام الرقابة على الجودة

إن تصميم نظام متكامل للرقابة على الجودة يتطلب اتباع الخطوات التالية:

1- تحديد النقاط الحرجة Critical أي تحديد أهم المراحل والعمليات التي تحتاج للمراقبة، وغالباً ما تكون أنواع الرقابة الأهم هي:

- الرقابة على المواد الأولية والمستلزمات لضمان تمتعها بالمواصفات المحددة.
- الرقابة على عملية إنتاج السلعة أو الخدمة وخاصة أثناء المراحل الهامة.
- الرقابة على المنتوج النهائي وذلك قبل وصوله للمستهلك.

2- تقرير نوع القياس الذي سيستخدم في نقطة من نقاط الرقابة الحرجة، وعادة ما يوجد خياران: إما أن يبنى القياس على المتغيرات variables مثل الطول، الوزن، الأبعاد وغيرها، أو أن يبنى القياس على الخصائص Attributes مثل نسبة العيوب في العينة، أو عدد العيوب في الوحدة وغيرها وسنعود إلى هذه النقطة عند بحث المراقبة الإحصائية على الجودة.

3- تقرير الكمية التي سيتم فحصها أو مراقبتها وهذه الكمية إما أن تكون شاملة لجميع الوحدات أو عينة من الوحدات، وهناك بعض الصناعات أو الخدمات التي

تستلزم مراقبة شاملة ولجميع الوحدات، بينما توجد صناعات أخرى لا يمكن، بل يستحيل مراقبتها إلا من خلال العينة.

4- تحديد المسؤولين عن عملية الرقابة، وغالباً ما تكون المسؤولية هي مسؤولية كلاً من:

- العمال أنفسهم ومراقبين داخليين بنسبة كبيرة.
- مراقبين خارجيين ولكن بمسؤوليات أقل.
- ويمكن الاعتماد على الزبون نفسه في الرقابة على الجودة سواء في السلع أو الخدمات خاصة.

6-8 حلقات الجودة: Quality Circles

يعد كارو اشيكاوا K.Ishikawa أول من اقترح حلقات الجودة وكان ذلك في اليابان في عام 1961، حيث اقترح تشكيل جماعات صغيرة من العاملين للتعرف على المشاكل المتعلقة بأعمالهم وتطوير حلول لحل المشكلات المتعلقة بالجودة وسميت هذه الجماعات باسم حلقات الجودة.

وقد سجلت الحلقة الأولى في اليابان في عام 1962، وقد وصل عدد هذه الحلقات إلى أكثر من مليون حلقة في اليابان عام 1990، وتضم حوالي عشرة ملايين عامل. كذلك انتشرت هذه الحلقات في الدول الغربية ولكن بوقت متأخر عن اليابان إذ بدأ انتشارها فعليا في الولايات المتحدة الأمريكية بعد عام 1980، وبلغت نسبة الشركات التي تطبق هذا الأسلوب أكثر من (44%) من الشركات الأمريكية المتوسطة والكبيرة الحجم.

ويمكن تعريف حلقة الجودة على أنها "مجموعة صغيرة من المتعاونين لأداء أنشطة الرقابة على الجودة ضمن مجال عمل المجموعة، ومعالجة المشكلات المتعلقة بالجودة سواء بالتطوير الذاتي أو بالتطوير المشترك باستخدام تقنيات الرقابة على الجودة" وعادة ما تضم حلقة الجودة الواحدة ما بين (6-12) متطوعاً ينتمون إلى نفس المستوى الإداري، يتدربون

على حل المشكلات باستخدام أساليب وتقنيات مختلفة، وعادة ما تكون الأهداف المنشودة من استحداث حلقات الجودة تتمحور حول:

- تطوير الجودة ونشر ثقافة الجودة بين العاملين.
- تحسين مستوى جودة المنتوج.
- تخفيض التكاليف.
- تقليل الأخطاء.
- تحسين الإنتاجية.

إضافة إلى أنها تسهم في تحسين الروح المعنوية لدى العاملين لأنها تفسح لهم مجال المشاركة في حل المشكلات، مما يعد حافزاً قوياً على الأداء الجيد.

التقنيات والأساليب التي يستخدمها أعضاء الحلقة في حل المشكلات

ثمة أساليب عدة تساعد الحلقة في تحديد وتحليل وحل المشكلات المرتبطة بالجودة ومن أهم هذه الأساليب:

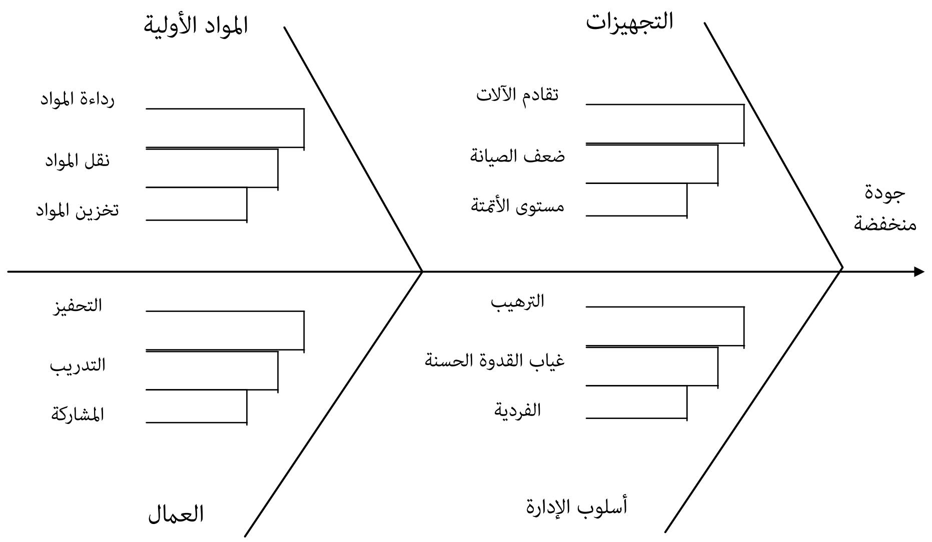
- أسلوب العصف الذهني Brain Storming.
- أسلوب تحليل الأثر والسبب (أو ما يسمى بالهيكل العظمي للسمكة) Fish-Bone chart.
- أسلوب تحليل باريتو Pareto Analysis
- أسلوب الرسم البياني.
- خرائط المراقبة الإحصائية.
- لوحة المراجعة.
- قياس التشتت.
- خرائط المراحل.
- خرائط التخطيط.

وغيرها من الأدوات والأساليب الأخرى.

وإذا كان المجال لا يتسع لعرض تفصيلات كل من هذه الأساليب، إلا أننا نود التذكير بأن معظم هذه الأساليب معروفاً، وان كان أسلوب خرائط المراقبة الإحصائية (وهو ما سنأتي على شرحه في فقرة قادمة من هذا الفصل) هو الأقدم والأكثر انتشاراً عبر العقود الماضية، إلا أن أسلوب تحليل الأثر والسبب (أو الهيكل العظمي للسمكة)، الذي اقترحه اشيكاوا نفسه يطبق في معظم المنظمات الناجحة في العالم حتى تلك التي لا تستخدم حلقات الجودة.

هذا الأسلوب الحديث يعتمد على تحديد المشكلة بشكل دقيق، ثم تحديد الأسباب الرئيسية (مجموعات الأسباب) وكذلك الأسباب الفرعية لكل مجموعة، وبعدها يتم تحديد الأسباب الأكثر قوة في خلق المشكلة (تستخدم في عملية التحديد هذه طريقة العصف الذهني) مع عدم إهمال الأسباب الأخرى.

والشكل التالي يوضح المخطط العام لهذا الأسلوب:



شكل رقم (1) مخطط أسلوب السبب والتاثير (الهيكل العظمي للسمكة)

7-8 الفحص والرقابة على الجودة

على الرغم من أن عملية الفحصInspection تعد مرحلة هامة من مراحل الرقابة على الجودة، فإن الفحص هو الذي يتم بمقتضاه التأكد من مطابقة مواصفات المواد الأولية المشتراة للمواصفات المطلوبة، وهو بذلك نشاط تشترك فيه كلاً من، إدارة المواد وإدارة الإنتاج والعمليات هذا من جهة، ومن جهة أخرى فإن الفحص يتم بمقتضاه التأكد من مواصفات وخصائص المنتجات الجاهزة للمواصفات الموضوعة مسبقاً والمبنية على تفضيلات ورغبات الزبائن، وهو نشاط تشترك فيه كلاً من، إدارة الإنتاج والعمليات وإدارة التسويق. وفي كلتا الحالتين فإن الفحص هو أحد المراحل الحاسمة في إطار نشاط الرقابة على الجودة .

والفحص (كما أشير سابقاً) يمكن أن يكون شاملاً لجميع الوحدات وهو ما يسمى بأسلوب الحصر الشامل، أو يمكن أن يكون لعينة من المجتمع المدروس وبعدها تعمم النتائج، إن أسلوب الحصر الشامل هو الأفضل من حيث دقة النتائج لأنه لا يترك مجالاً لتسرب أي وحدة معيبة إلى المستهلك، لكن ما يؤخذ على هذا الأسلوب، الجهد والوقت والتكاليف الكبيرة له.

أما أسلوب الفحص على أساس العينة فإن له مزايا تتمثل في اختصاره للجهد والوقت والتكلفة اللازمة لعملية الفحص، أما ما يؤخذ على هذا الأسلوب هو عدم الدقة في النتائج وذلك لأسباب متعددة من أهمها عدم تحديد العينة بشكل صحيح وبما يمثل المجتمع المدروس تمثيلاً موضوعياً.

وبناء على هذه المناقشة البسيطة لمفهوم وأساليب الفحص فإن الإدارة ستكون أمام خيارين هما:

الأول: القيام بعملية الفحص وتحمل تكاليف ذلك.

الثاني: عدم القيام بعملية الفحص وتحمل تكاليف الوحدات المعيبة سواء بإصلاحها، أو بيعها بسعر أقل، أو وصولها كما هي إلى المستهلك على أنها وحدات جيدة، وما سيترتب على ذلك من تكاليف إضافية أخرى تتمثل في عزوف المستهلكين عن طلب هذه الوحدات مستقبلاً وشكواه إلى عدد كبير من المقربين له (يصل العدد إلى 50 كما أشارت إحدى الدراسات) .

8-8 الطرق الإحصائية للرقابة على الجودة

يعد والتر شورات Walter Showart أول من استخدم الطرق الإحصائية للرقابة على الجودة في مصانع للتلفونات في الولايات المتحدة الأمريكية، ومن ثم انتشر استخدام هذه الطرق في الرقابة على الجودة لمختلف أنواع النشاط والإنتاج.

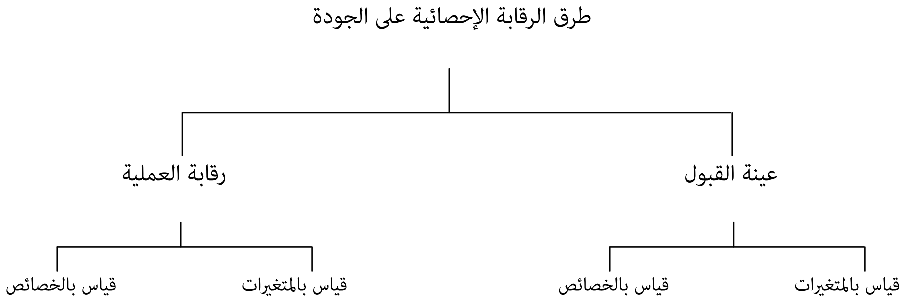
إن مضمون المراقبة الإحصائية Statistical controlling للجودة يرتكز على فكرة أن منتجات آلة ما أو عامل ما من الصعب أن تكون متماثلة تماماً، فإنتاج الآلة أو العامل في اليوم الواحد أو حتى في الساعة الواحدة قد لا يكون متماثلاً تماماً، إذ لا بد من وجود بعض الاختلافات في الجودة بين الوحدات، وهذه الاختلافات تنشأ بسبب واحد من مجموعتي الأسباب التاليتين:

1- أسباب عشوائية ترجع إلى الصدفة ولا يمكن التنبؤ بها تماماً والتحكم بها.

2- أسباب سببية، أي أن الاختلافات تنشأ نتيجة لأسباب معينة مثل الاختلاف في المواد، العمال، الآلات وعلاقتها بالزمن.

وفي كافة الأحوال وأيا كانت الأسباب، فيتوجب على الإدارة تحديد أسباب هذه الانحرافات أو الاختلافات، والقيام بالسحب الدوري لعينات من الإنتاج واكتشاف أية انحرافات عن مستوى الجودة المحدد، وما إذا كانت هذه الانحرافات ضمن مدى القبول Acceptance Range أو مدى السماح لانحرافات الجودة.

إن طـرق الرقابـة الإحـصائية عـلى الجـودة تقـسم إلى مجمـوعتين أساسـيتين، كـما يوضـح المخطط البسيط التالي.



شكل رقم (2) طرق الرقابة الإحصائية على الجودة

إن طريقة عينة القبول يتم تطبيقها باختيار عينة من المنتجات أو المواد المراد فحصها، وعلى أساس نتيجة فحص العينة يتم قبول أو رفض كامل المجتمع المدروس.

أمـا طريقـة رقابـة العمليـة Process Control، فتطبـق بفحـص عينـات مـن الإنتـاج أثنـاء التشغيل الفعلي للعملية الإنتاجية، والحكم على درجة انضباط العملية الإنتاجية بناء على نتـائج فحص العينة

أما من حيـث عمليـة القيـاس ذاتهـا فـإن القيـاس بـالمتغيرات Measuring by variables يتطلب القيام بعملية القياس الفعلي لأحد مواصفات المنتج (مثل الوزن الطول) ثـم مقارنـة نتيجــة القيــاس بالحــدود المــسموح بهــا للحكــم عــلى جــودة المنــتج، بيــنما أســلوب القياس بالخصائص Measuring by Attributes فيقوم على تحديد خاصية هامة للمنتج وقابلة للقياس، فإذا تحققـت هـذه الخاصـية في المنـتج، اعتـبر جيـداً، وإذا لم تتحقـق اعتـبر المنـتج رديئـاً. وبــصفة عامــة يمكــن القــول بــأن أســلوب القيــاس بــالمتغيرات هــو الأكــثر

شيوعاً في ظل طريقة رقابة العملية، في حين أن القياس بالخصائص هـو الأكـثر اسـتخداماً في ظـل طريقة عينة القبول.

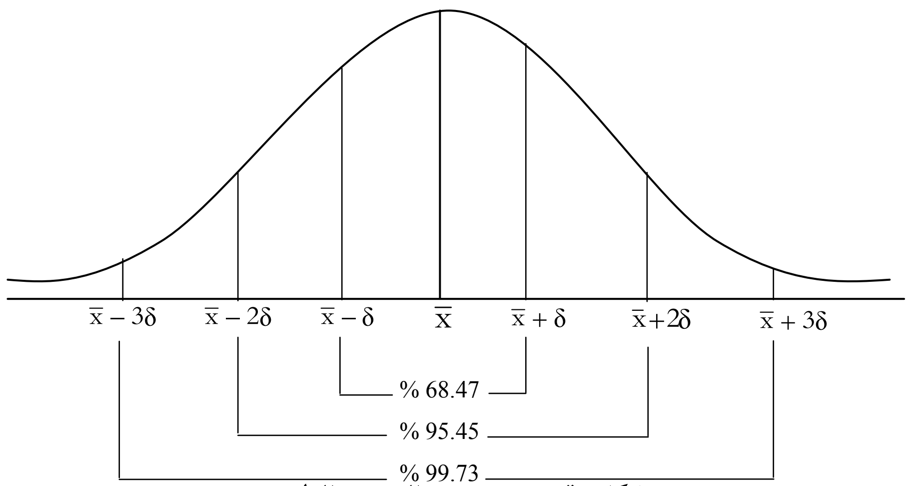
من أكثر الأساليب الإحصائية في الرقابة على الجودة، انتشاراً الأسلوبين التاليين:

- أسلوب التوزيع التكراري.
- خرائط المراقبة الإحصائية.

1-8-8 أسلوب التوزيع التكراري

في ظل هذا الأسلوب تتم مقارنة المنحنى الممثـل لبيانـات الظـاهرة المدروسـة مـع منحنـى التوزيع الطبيعي Normal Distribution، ومن خلال المقارنة يكتشف فيما إذا كانـت الانحرافـات ناتجة عن عامل الصدفة، أم ناتجة عن عوامل معينة أخرى.

يتحدد منحنى التوزيع الطبيعي بمعرفة كل من المتوسط الحسابي $(\bar{x})$ والانحراف المعيـاري (δ) والشكل التالي يوضح منحنى التوزيع الطبيعي:



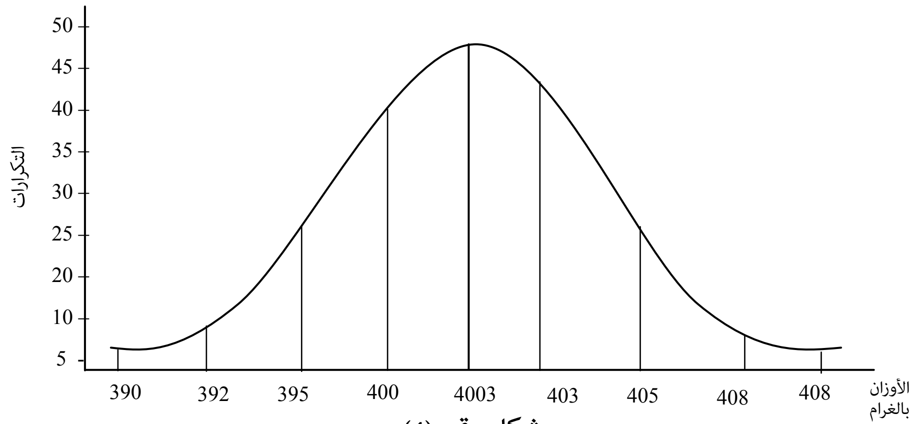
شكل رقم (3) منحنى التوزيع الطبيعي

مثال (1):

في أحد مصانع الألبان تم سحب (100) عبوة من مادة اللبن المنتجة في ساعة معينة في أحد الأيام، وذلك بهدف التأكد من وزن كل منها فكانت نتيجة فحص العينة كما يلي:

الوزن	390	392	395	397	400	403	405	408	410
التكرار	2	5	10	18	50	10	3	2	0

المطلوب بيان ما إذا كانت الاختلافات في الوزن تعود إلى الصدفة أو لوجود خلل.



شكل رقم (4)

يتضح من الشكل أن العبوات التي تحقق الوزن المطلوب هي الأكبر وهذا يعني أن الانحرافات عن الوزن المطلوب ناتجة من عامل الصدفة وليس لعوامل أخرى.

2-8-8 خرائط المراقبة الإحصائية

تستخدم خرائط المراقبة Control charts لقياس جودة المنتجات خلال العمليات الإنتاجية إضافة إلى قياس جودة المنتوج النهائي، حيث تتم مقارنة خصائص المنتوج مع

المعايير والمقاييس المعتمدة لتقدير الجودة، فإذا حصل تطابق فإن العمليات الإنتاجية والمنتوج النهائي تحت ظروف السيطرة، أما إذا ابتعدت عنها فإن العمليات غير متحكم بها Out of Control، وفي هذه الحالة لا بد من توقيف الإنتاج وبذل الجهد لاكتشاف السبب وجعل العمليات تحت التحكم In Control.

من فوائد خرائط المراقبة المساعدة في اكتشاف التغير في العمليات الإنتاجية الذي يؤدي إلى إحداث العيوب في الإنتاج مما يساعد المدراء والفنيين على تشخيص الانحراف بسرعة.

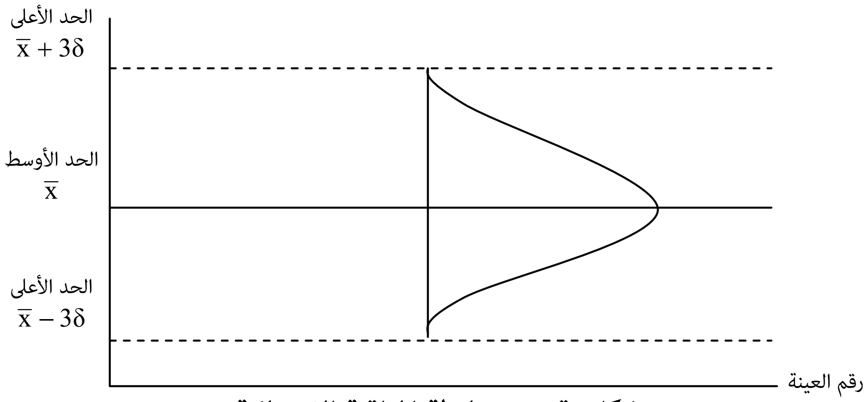
كما سبقت الإشارة فإن الخرائط المراقبة الإحصائية نوعان هما:

- خرائط المراقبة للخصائص Attributes
- خرائط المراقبة المتغيرات Variables

وقبل التعرض لأنواع الخرائط بالشرح والتفصيل، نود التعريف بعناصر خارطة المراقبة الإحصائية، فهي عبارة عن رسوم بيانية، يمثل المحور الأفقي Horizontal فيها أرقام العينات المراد فحص جودتها، بينما يمثل المحور العمودي Vertical العوامل المراد قياسها. وتضم كل خارطة ثلاث خطوط أفقية موازية للمحور الأفقي: الخط الوسط ويسمى بالخط المركزي (C.L.) Central Line ويمثل المتوسط الحسابي أو القيمة المتوقعة.أما الخطان الآخران فهما: خط الحد الأدنى (Lower Control Limit: (L.CL.)

والحد الأعلى (Upper Control Limit (U.C.L. ، إن هذين الحدين يحددان مساحة الجودة للمادة المفحوصة، حيث تبقى مقبولة ما بقي التغير ضمن هذه المساحة، ويتم تحديد هذه الخطوط الثلاثة بواسطة معادلات رياضية حسب نوع الخارطة، أما الحدان الأعلى والأدنى فغالباً ما يتم تحديدهما على أساس مجال الثقة وهي:

بدرجة ثقة (99.73%) والعلاقة هي: المتوسط الحسابي ± $\delta 3$ وهكذا إن الإطار العام لخريطة المراقبة يوضحه الشكل التالي:



شكل رقم (5) خارطة المراقبة الإحصائية

1-2-8-8 خرائط المراقبة للخصائص

عندما لا يمكن تمثيل سمات المنتوج رقمياً فإنه يعبر عنها وصفياً، وتقاس جودتها بالمقارنة مع السمات المحددة لخصائص الجودة، يقوم أسلوب فحص الخصائص على أساس قبول المنتوج أو رفضه دون الخوض في تفاصيل الفحص.

توجد أنواع مختلفة من خرائط المراقبة للخصائص يمكن إجمالها بما يلي:

- خارطة نسبة المعيب (P-Chart).
- خارطة العدد المعيب (NP-Chart).
- خارطة عدد العيوب في الوحدة (C-Chart).

1- خارطة نسبة المعيب P-Chart:

تعد من أكثر أنواع الخرائط استعمالاً، فهي تركز على النسبة المعيبة من الإنتاج ويتم حساب هذه النسبة عن طريق قسمة عدد الوحدات التي لا تتمتع بخصائص الجودة المعيارية على مجموع عدد الوحدات في المجتمع الإحصائي.

فإذا تم سحب عينة حجمها n واتضح أن عدد العيوب فيها r فإن نسبة المعيب p تحتسب بالعلاقة التالية:

$$p_i = \frac{r_i}{n_i}$$

وعند درجة ثقة (%99.73) فإن حدود الخارطة تحتسب كما يلي:

- الحد الأعلى ويحتسب من العلاقة $U.C.L = p + 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$
- الخط المتوسط $C.L = P$
- الحد الأدنى $L.C.L = P-3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$

مثال (2):

في أحد المصانع تم سحب عشرة عينات، وعدد مفردات كل عينة هـو 100 مفـردة، ونتيجـة الفحص تبين أن عدد الوحدات المعيبة في كل عينة معطاة كما يلي:

رقم العينة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
عدد الوحدات المعيبة	4	6	1	9	3	4	3	3	12	5
نسبة المعيب	0.04	0.06	0.01	0.09	0.03	0.04	0.03	0.03	0.12	0.05

والمطلوب رسم خاطرة المراقبة P-chart

الحل:

1- تحديد الخط المتوسط (.C.L) وهو يمثل P نسبة المعيب:

$$p = \frac{r}{n} = \frac{50}{10 \times 100} = 0.05$$

2- ضمن مجال الثقة بدرجة (99.73 %) فإن :

– الحد الأعلى يحتسب كما يلي $= U.C.L = 0.05 + 3 \sqrt{\frac{0.05\,(0.95)}{100}}$

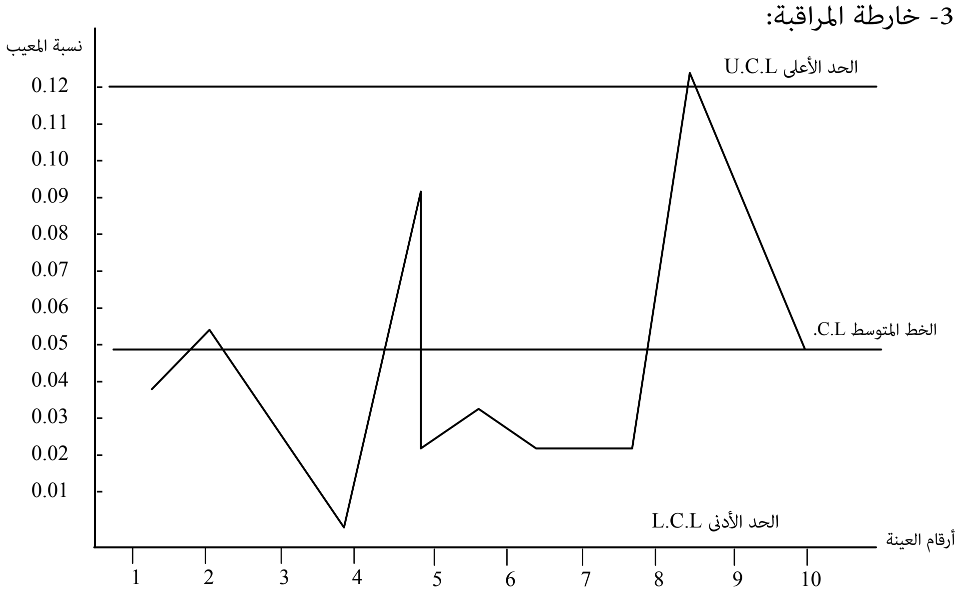
$= 0.05 + 3\,(0.0218) = 0.05 + 0.0654 = 0.1154$

- الحد الأدنى يحتسب كما يلي $L.C.L = 0.05 - 3 \sqrt{\frac{0.05\,(0.95)}{100}}$

$= 0.05 - 3\,(0.0218) = 0.05\text{-}0.0654 = \text{-}0.0154 = 0$

قاعدة : في حالة وصول قيمة الحد الأدنى إلى السالب فإنها تقرب إلى الصفر، مع أنها في الواقع تشير إلى حالة إيجابية.

3- خارطة المراقبة:



شكل رقم (6) خارطة نسبة المعيب

يلاحظ أن كافة العينات ضمن حدود السيطرة للجودة ما عدا العينة رقم 9 مما يستوجب دراسة طبيعة الظروف المحيطة بها لمعرفة وتشخيص سبب الانحراف.

2- خارطة عدد العيوب: NP-chart

يتم استخدام هذا النوع من الخرائط في عملية فحص الجودة في حالة تساوي حجم العينات، واستخدام هذه الخارطة يقلل من تكاليف الفحص وذلك لأن عملية الحساب يتم لعينة واحدة.

مثال (3):

من المثال السابق لو افترضنا أن حجم العينة يساوي 50 مفردة.

فإن عدد العيوب في العينة الواحدة NP يتم حسابه كما يلي:

$$NP = 50 \times 0.05 = 2.5$$

وبالتالي فالخط الوسط (C.L.) والحد الأدنى (L.C.L) والحد الأعلى (U.C.L) يتم حسابها كما يلي:

الخط الوسط C.L.

$$C.L. = NP = 2.5$$

الخط الأدنى L.C.L

$$L.C.L. = Np - 3\sqrt{NP(1-p)}$$

$$= 2.5 - 3\sqrt{2.5(1-0.025)}$$

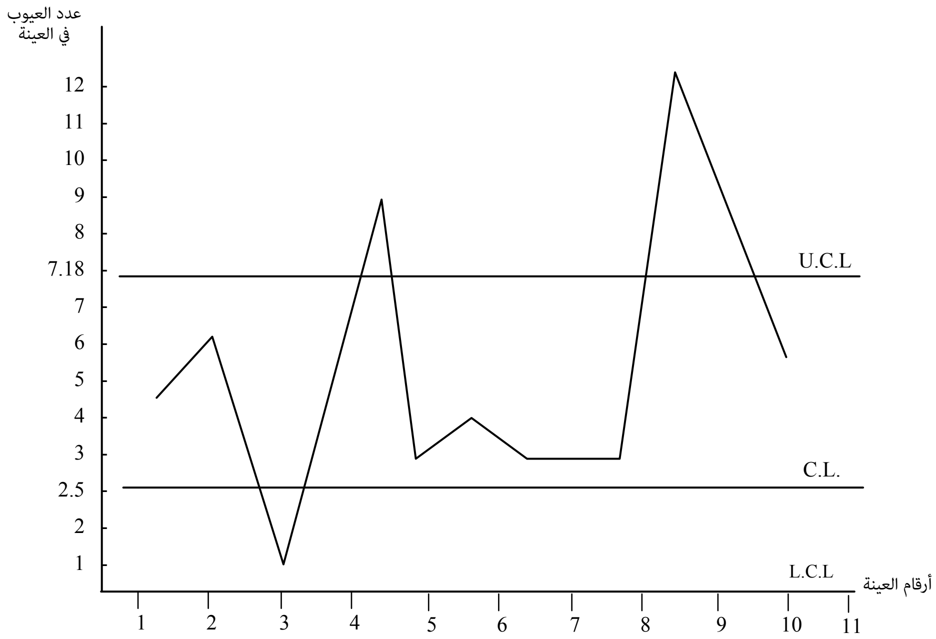
$$= 2.5 - 4\ (1.56) = -2.18 = 0$$

الحد الأعلى U.C.L.

$$U.C.L. = Np + 3\sqrt{NP(1-p)}$$

$$= 2.5 + 3\sqrt{2.5\,(1-0.025)}$$

$$= 2.5 + 3\ (1.56) = 7.18$$



شكل رقم (7) خارطة عدد العيوب

يلاحظ من الـشكل رقـم (7) أن العينـة رقـم (4) والعينـة رقـم (9) لا يقعـان ضـمن حـدود الجودة مما يستوجب المعالجة، كما يتبـين أن خارجـة NP-chart هـي حالـة خاصـة مـن P-chart وتستخدم في الحالات التي تـستوجب دقـة أكـبر في مراقبـة معـايير الجـودة، ويلاحـظ أن العـدد المعيب يخضع لقانون ثنائي الحدين.

3- خارطة عدد العيوب في الوحدة C-Chart:

تستخدم هذه الخارطة لمراقبة عدد العيوب المشاهدة في الوحدة المنتجـة ويـستخدم هـذا النـوع مـن الخـرائط سـواء في المـنظمات الإنتاجيـة أو الخدميـة ومـن بعـض الأمثلـة، المعـادن، الأخـشاب، الأشرطـة الـسينمائية، عـدد الـشكاوي في فنـدق، وغيرهـا فعنـدما يـتم فحـص عـدد محـدد مـن الوحـدات في العينـة الواحـدة، وحـصر عـدد العيـوب في العينـة، يمكـن أن نفـترض

بأن هذا العدد يتبع توزيع بواسون Poisson Distribution (حيث القيمة المتوقعة تساوي التباين في هذا التوزيع).

لرسم C-Chart نأخذ (K) عينة ونحدد (n) وحدة في كل عينة تخضع للفحص، ونحسب عدد العيوب في كل وحدة وليكن (c) ومن ثم نحسب العدد الوسطي للعيوب كما يلي:

القيمة المتوقعة أو التباين $C=\sum_{j=1}^{k}\frac{\overline{C}_j}{k}=\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k}\frac{C_{ij}}{nk}$

وأن متوسط التوزيع هو (C) وأن الانحراف المعياري هو $\sqrt{C}$

ولأغراض رسم الخارطة نستخدم التقريب الطبيعي Normal Approxim لبواسون وتحدد حدود المراقبة كما يلي:

- الخط المتوسط ويحتسب بواسطة العلاقة السابقة أي:

$$C.L= C = \sum_{j=1}^{k}\frac{\overline{C}_j}{k}$$

حيث $\overline{C}j$ تمثل عدد العيوب في العينات جميعها.

K تمثل عدد العينات

- الحد الأدنى ويحتسب كما يلي: $L.C.L= C - 3\sqrt{C}$

- الحد الأعلى ويحتسب كما يلي: $U.C.L. = C + 3\sqrt{C}$

مثال (4):

يتضمن الجدول الثاني بيانات لعشر عينات بأربع مشاهدات لكل منها:

جدول رقم (1)

رقم العينة	المشاهدات 1	2	3	4	$\overline{X} = \overline{C}$	R المدى	الانحراف المعياري δ
1	6	15	13	6	10	9	4.06
2	11	12	7	12	10.5	5	2.06
3	9	17	7	8	9.5	7	4.03
4	5	9	10	10	8.5	5	2.06
5	14	13	16	14	14.25	3	1.089
6	6	13	12	16	11.75	10	3.631
7	9	18	8	12	11.75	10	3.897
8	11	8	13	8	10	5	2.121
9	13	15	9	5	10.5	10	3.840
10	8	10	10	5	9.25	2	2.277
	المجموع				106	66	29.065
	المتوسط الحسابي				10.6	6.6	2.9065

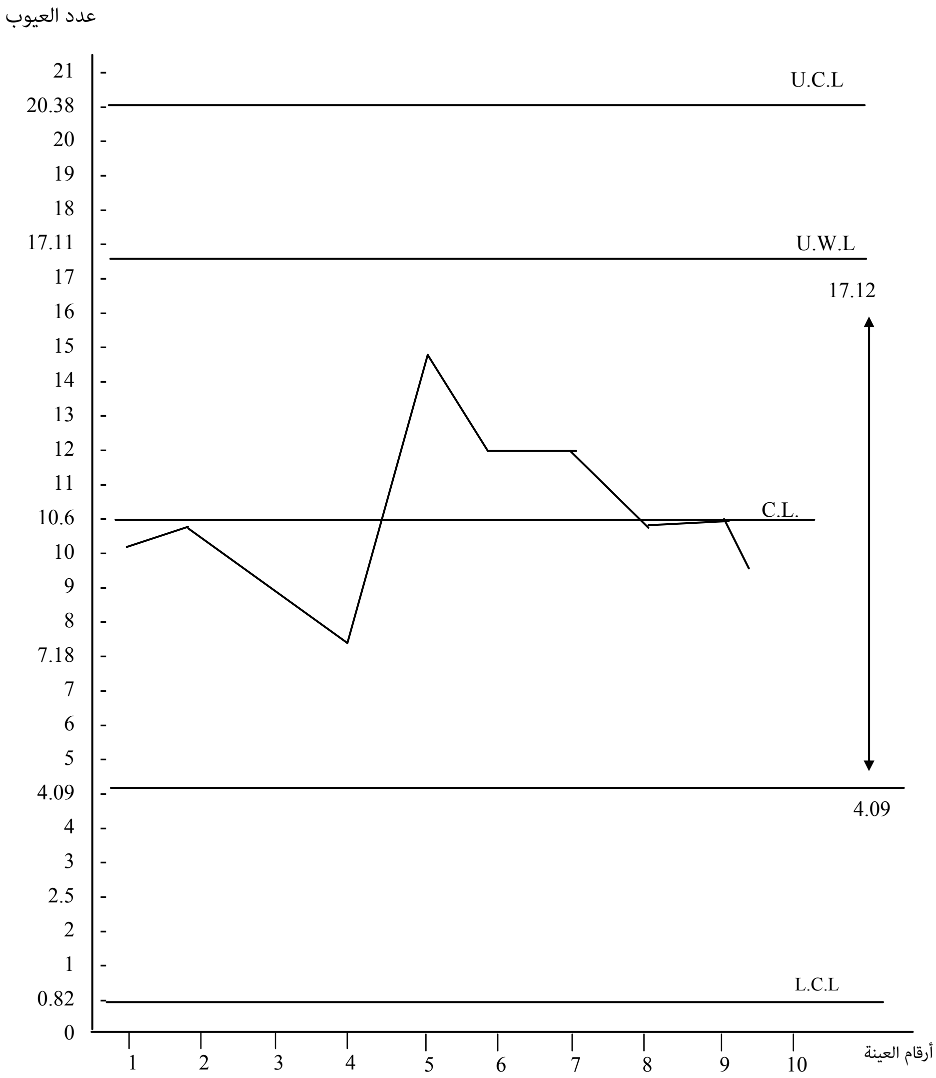
ولإنجاز رسم خارطة C-chart يتوجب إيجاد قيم كلاً من:

الخط المتوسط C.L وذلك بحساب القيمة المتوقعة لكل مشاهدة ثم المتوسط الحسابي للمشاهدات حيث تبلغ قيمة C.L. = 10.6

الحد الأعلى U.C.L $\quad U.C.L = 10.6 + 3\sqrt{10.6} = 20.38$

الحد الأدنى L.C.L $\quad L.C.L = 10.6 - 3\sqrt{10.6} = 0.82$

ويتم رسم الخارطة كما يلي:



شكل رقم (8) خارطة عدد العيوب C-Chart

يلاحظ من الشكل أن جميع نتائج العينات ممثلة بوسطها الحسابي) $\overline{C}$ (تقع ضمن الحدود المسموح بها. يستخدم بعض المحللين مستويين من الحدود العليا والدنيا في كل خارطة رقابية: الحد الأعلى الأول U.C.L يحدد ب: +3δ ، بينما يحدد الحد الأعلى

الثاني U.W.L: 2δ + . بينما الحد الأدنى الأول L.C.L بـ 3δ -، ويحدد الحد الأدنى الثاني L.W.L 2δ- ويسمى الحدان الإضافيان بالحدود التحذيرية Warning Limits ويتم استخدام حدود التحذير بعد أن يتم رسم بعض النقاط خارج منطقة الحد الأعلى مما يستوجب البحث عن الأسباب وتحديدها فإن عملية التصحيح تتطلب تضييق الحدود وذلك باستخدام 2δ بدلا من 3δ.

8-2-2-8 خرائط المراقبة للمتغيرات:

فالمتغيرات كما أشرنا سابقاً هي تلك السمات والخصائص الفردية للمنتوج التي يمكن التعبير عنها كمياً مثل: الأبعاد، الوزن، الحجم، الوقت وغيرها من السمات التي يمكن قياسها بشكل مستمر، هذه الخرائط شائعة الاستعمال، حيث يقود استخدامها إلى إجراءات أكثر فاعلية وأكثر ثراء للمعلومات فيما يتعلق بالإنجاز أكثر من خرائط المراقبة للخصائص.

وهناك عدة أنواع من خرائط المراقبة للمتغيرات منها:

- خارطة المتوسط الحسابي $\bar{x}$ – Chart
- خارطة المدى R-chart.
- خارطة الانحراف المعياري δ- chart.
- خارطة التجميع التراكمي Cu-sum-Chart.

إن أكثر هذه الأنواع استخداماً هما $\bar{X}$ و R، إلا أن حجم العينة في خرائط $\bar{X}$ و R يكون ثابتاً، وفي حالة تغير حجم العينة لاختلاف عدد المشاهدات في كل عينة، فإن خرائط $\bar{X}$ و R لا يتم استخدمهما، لأن ذلك يؤدي إلى تغير قيمة C.L، من جهة أخرى تعتبر تكلفة جمع البيانات اللازمة لهذين النوعين كبيرة مقارنة بغيرها، وحجم العينة

صغير، وأن الصعوبة في استخدام هذه الطريقة تكمن في القدرة على تحديد المتغير الأكثر قابلية على قياس الجودة من بين جميع المتغيرات المرشحة.

1- خارطة المدى R-chart:

تعتمد هذه الخارطة على مدى العينة Range ومدى العينة هو الفرق بين أكبر مفردة وبين أصغر مفردة في العينة أي:

$$R = X_{max} - X_{min}$$

وبعد حساب المدى (R) يتم حساب الوسط الحسابي لمدى العينات أو ما نسميه المدى المتوسط للعينات $\overline{R}$ وذلك كما يلي :

$$\overline{R} = \sum_{i=1}^{k} \frac{R}{K}$$

أما عن حدود المراقبة على الخارطة فيتم حسابها كما يلي:

– الخط المتوسط C.L $\qquad \overline{R}$ C.L. =

– الحد الأعلى U.C.L.R $\qquad \overline{R}$ U.C.L.R = D_4

– الحد الأدنى L.C.L.R $\qquad \overline{R}$ L.C.L.R = D_3

حيث D3 ، D4 هي ثوابت حدود المراقبة ويتم أخذ قيمتها من جدول ثوابت حدود المراقبة، جدول غرانت Grant في آخر هذا الفصل.

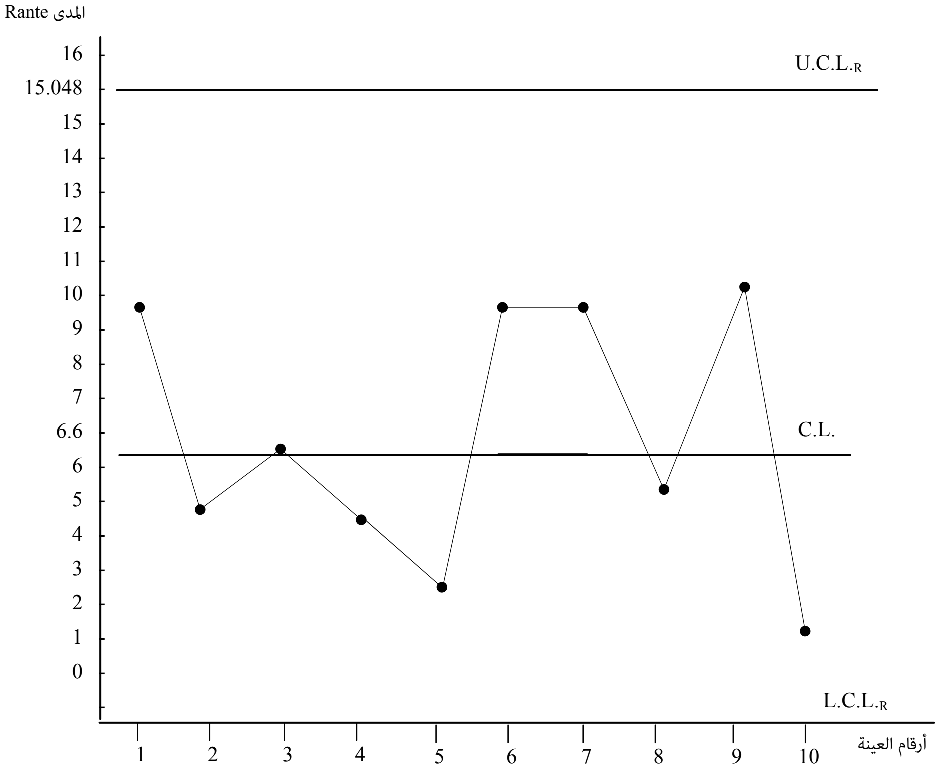
مثال (5):

بالعودة إلى الجدول رقم (1) واستخدام بياناته فإن حدود المراقبة لخارطة المدى تحتسب كما يلي:

الخط المتوسط C.L $\qquad$ = 6.6 $\overline{R}$ C.L. =

الحد الأعلى .U.C.L $= 2.28\ (6.6) = 15.048\ \overline{R}\ U.C.L._R = D_4$

الحد الأدنى L.C.L $= 0\ (6.6) = 0\ \overline{R}\ L.C.L._R = D_3$



شكل رقم (9) خارطة المدى R-chart

يتضح من الشكل رقم (9) إن مدى العينات تم رسمه بواسطة الخط البياني ويلاحظ أنه يقع ضمن حدود المراقبة، مما يشير إلى أن العمليات هي ضمن مجال التحكم.

2- خارطة المتوسط الحسابي $\bar{X}$:

إن رسم الخارطة $\bar{X}$ يتم عن طريق حساب الوسط الحسابي للعينةi

$$\bar{x} = \sum_{j=1}^{n} \frac{xij}{n}$$

حيث n تشير إلى عدد مفردات العينة

ثم حساب المتوسط الحسابي العام للعينات $(\bar{\bar{x}})$

$$\bar{\bar{x}} = \sum_{j=1}^{n} \frac{\bar{x}j}{k}$$

حيث K تشير إلى عدد العينات

وبذلك يتم حساب حدود المراقبة كما يأتي:

- الخط المتوسط C.L. : $C.L. = \bar{\bar{X}}$
- الحد الأعلى U.C.L.: $\bar{x}$ $U.C.L.\ \bar{x} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$
- الحد الأدنى L.C.L. $\bar{x}$: $L.C.L.\ \bar{x} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$

مثال (6):

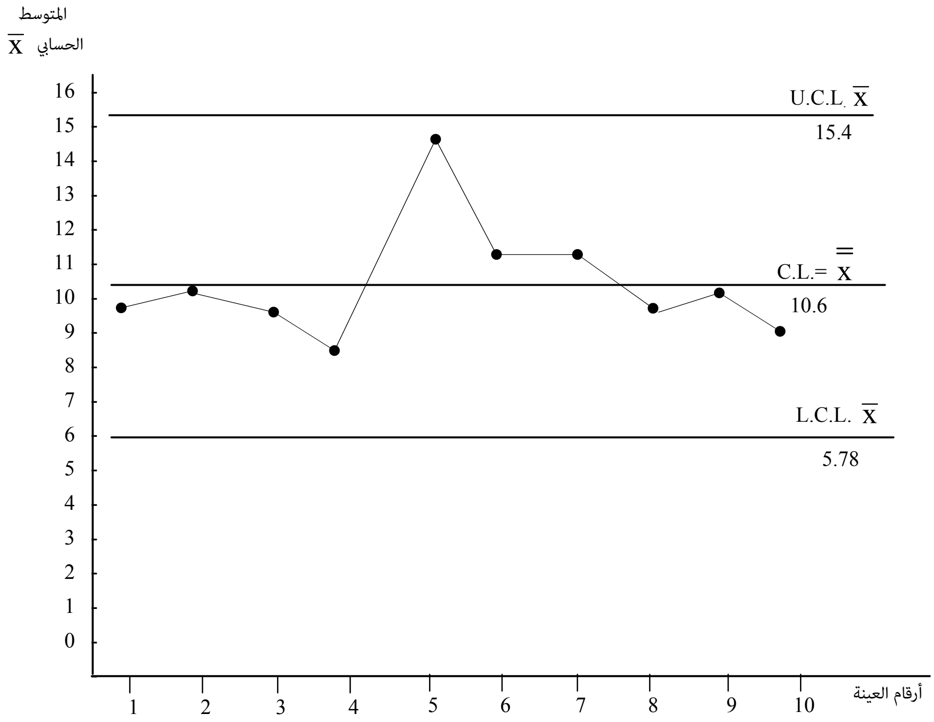
بالاعتماد على بيانات الجدول رقم (1) يمكن حساب جدول المراقبة لخارطة $\bar{x} - chart$ وكما يأتي:

- الخط المتوسط C.L. : $C.L. = \bar{\bar{X}} = 10.6$
- الحد الأعلى U.C.L.: $\bar{x}$ $U.C.L.\ \bar{x} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$

$U.C.L.\ \bar{x} = 10.6 + 0.73\ (6.6) = 15.4$

- الحد الأدنى L.C.L. $\bar{x}$: $L.C.L.\ \bar{x} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$

$L.C.L.\ \bar{x} = 10.6 - 0.73\ (6.6) = 5.78$



شكل رقم (10) خارطة المتوسط الحسابي $\overline{X}$ -chart-

يلاحظ من الشكل أن جميع المتوسطات هي ضمن حدود المراقبة مبينة أن معدل العمليات تحت التحكم، أي أن الآلات والعاملين والمواد كلها ضمن شروط الجودة.

3- خارطة الانحراف المعياري δ-Chart

تعتمد هذه الخارطة على الانحراف المعياري، ويتم تحديد حدود المراقبة لهذه الخارطة كما يأتي:

الخط المتوسط .C.L ويمثله الانحراف المعياري المتوسط للعينات جميعها حيث يتم حساب الانحراف المعياري لكل عينة على حدة ، ثم يتم حساب الانحراف المعياري

المتوسط للعينات جميعها وذلك عن طريق جمع الانحرافات المعيارية للعينات ثم قسمة المجموع على عدد العينات (k) أي:

$$\bar{\sigma} = \sum_{j=1}^{k} \frac{\bar{\sigma} j}{k} = C.L.\sigma$$

الحد الأعلى U.C.L. σ ويحتسب بالعلاقة : $U.C.L.\ \sigma = B_4 \bar{\sigma}$

أما الحد الأدنى L.C.L. σ فيحتسب من العلاقة: $L.C.L.\ \sigma = B_3 \bar{\sigma}$

حيث B4 و B3 هي ثوابت حدود المراقبة.

مثال (7):

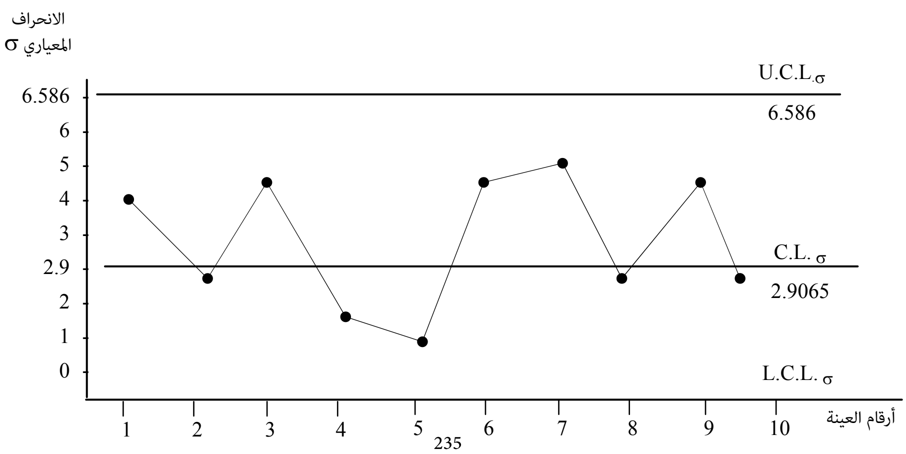
بالعودة إلى الجدول رقم (1) واستخدام بياناته المتعلقة بمفردات أو مشاهدات العينة والمتوسط الحسابي لكل عينة، يتوجب القيام بحساب الانحراف المعياري لكل عينة على حدة، كما يوضح العمود الأخير من الجدول ذاته.

لرسم الخارطة يتوجب حساب حدود المراقبة وكما يأتي:

الخط المتوسط $\bar{\sigma}$ $C.L._{\sigma}$ = $C.L._{\sigma} = \bar{\sigma} = 2.9065$

الحد الأعلى U.C.L : $U.C.L._{\sigma} = 2.266\ (2.9065) = 6.586$

الحد الأدنى L.C.L.: $L.C.L._{\sigma} = 0(2.9065)=0$



شكل رقم (11) خارطة الانحراف المعياري σ chart

يتضح من الشكل رقم (11) أن جميع النقاط الممثلة للانحراف المعياري للعينـات جميعهـا، تقع ضمن حدود المراقبة وهذا يعني مرة أخرى أن معدل العمليات هو تحت التحكم.

مثال شامل (8):

في أحد مصانع الأدوية تم سحب (7) عينات بشكل دوري من أحد أصناف الـدواء المنتجـة، تحتوي كل عينة على (3) مفردات وذلك لمراقبة جودتهـا مـن حيـث وزن المـادة الفعالـة في هـذا الدواء، وكانت نتائج الفحص على هذه العينات كما يلي:

رقم العينة	أوزان المادة الفعالة بالغرام		
	مفردة (1)	مفردة (2)	مفردة (3)
1	30	32	34
2	29	31	33
3	33	34	35
4	32	28	29
5	30	35	33
6	28	34	30
7	27	36	32

المطلوب :

1- إعداد خارطة مراقبة الجودة للمتوسط الحسابي والمدى.

2- إعداد خارجة مراقبة الجودة للانحراف المعياري.

الحل:

يتوجب احتساب المتوسط الحسابي والمدى والانحراف المعياري لكل عينة من العينات السبعة.

رقم العينة	المتوسط الحسابي $(\bar{X})$	المدى (R)	الانحراف المعياري (σ)
1	32	4	1.67
2	31	4	2.67
3	34	2	0.67
4	29.66	4	2.89
5	32.66	5	4.23
6	30.66	6	4.46
7	31.66	9	13.56
المجموع	221.65	24	30.15

المتوسط العام لمتوسطات العينات $\bar{x}$: $(\bar{\bar{x}}) = \frac{221.65}{7} = 31.66$

المدى المتوسط للعينات $\bar{R}$: $(\bar{R}) = \frac{34}{7} = 4.86$

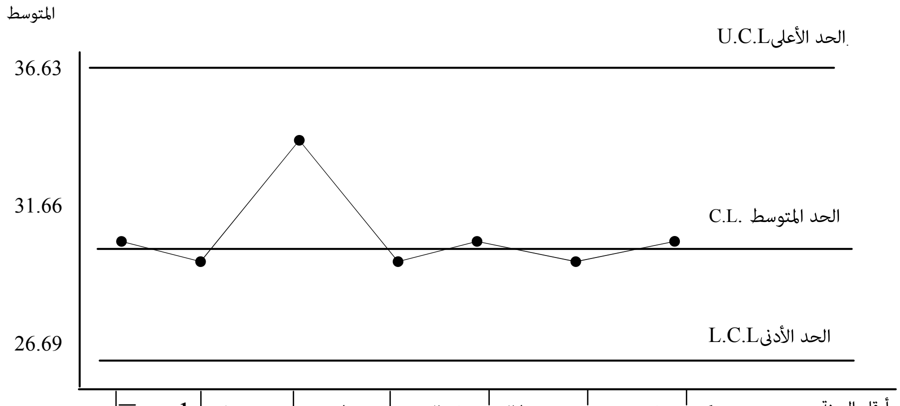
الانحراف المعياري المتوسط $\bar{\sigma}$: $(\bar{\sigma}) = \frac{30.15}{7} = 4.31$

1- خارطة المتوسط الحسابي: $\bar{X} - \text{chart}$

– الخط المتوسط للخريطة ويمثله المتوسط العام $\bar{\bar{X}}$ = 31.66

- أما الحد الأعلى U.C.L = 31.66 +(1.023 × 4.86) = 36.63
- أما الحد الأدنى L.C.L = 31.66 – (1.023 × 4.86) = 26.69

يمكن رسم خارطة المراقبة وكما يلي:

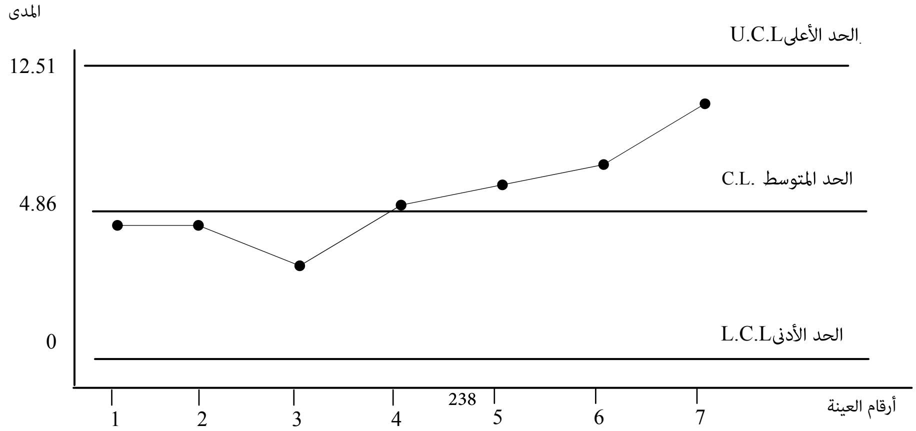


شكل رقم (12) خارطة مراقبة المتوسط الحسابي $\bar{x}$ – chart

ولما كانت جميع متوسطات العينات تقه ضمن حدي المراقبة فإن هذا يعني أن الانحرافات الموجودة من المتوسط العام سببها عامل الصدفة.

2- خارطة مراقبة المدى R-chart:

- الخط المتوسط ويمثله المدى المتوسط العام ويساوي 4.86
- الحد الأعلى = .U.C.L= 2.575 × 4.86 = 12.51
- الحد الأدنى = .L.C.L = صفر × 4.86 = صفر



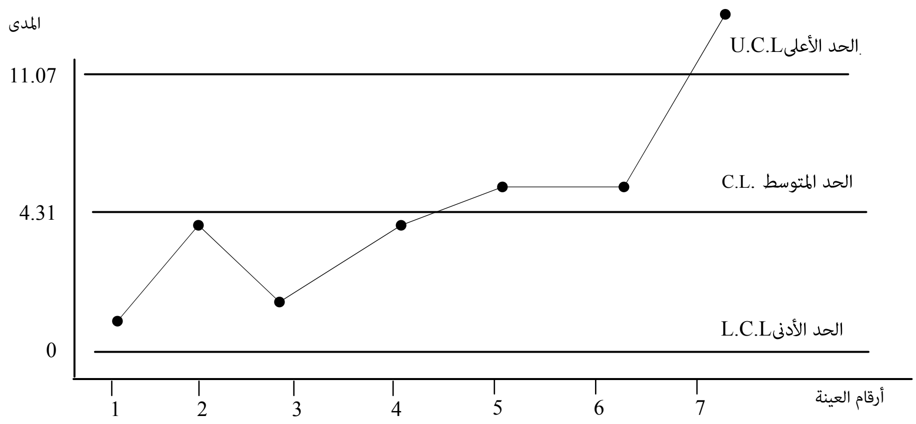
شكل رقم (13) خارطة مراقبة المدى

3- خارطة مراقبة الانحراف المعياري :

الخط المتوسط ويمثله الانحراف المعياري المتوسط للعينات = 4.31

الحد الأعلى U.C.L = 2.568 × 4.31 = 11.07

الحد الأدنى L.C.L = صفر × 4.31 = صفر



شكل رقم (14) خارطة مراقبة الانحراف المعياري

يلاحظ من خارطة مراقبة الانحراف المعياري أن هناك خروج عن حدود خارطة المراقبـة في العينة رقم (7) وهذا يتطلب بحث أسباب هذا الانحراف ومعالجة وإزالة هذه الأسـباب وإعـادة الانحراف المعياري إلى منطقة السماح المحددة بالحدين الأعلى والأدنى.

جدول رقم (3) ثوابت حدود خرائط المراقبة

D4	D3	B4	B3	A2	A1	مفردات العينة
3.267	0	3.267	0	1.880	3.760	2
2.575	0	2.568	0	1.023	2.394	3
2.282	0	2.266	0	0.729	1.880	4
2.115	0	2.089	0	0.577	1.596	5
2.004	0	1.970	0.030	0.483	1.410	6
1.924	0.76	1.882	0.118	0.419	1.277	7
1.864	0.136	1.815	0.185	0.372	1.175	8
1.816	0.184	1.761	0.239	0.337	1.094	9
1.777	0.223	1.716	0.284	0.308	1.028	10

أسئلة وتمارين

1- أوضح مفاهيم كلاً من : الجودة، جودة التصميم، جودة الأداء، جودة الإنتاج.

2- أوضح مفهوم الرقابة على الجودة، وما هي الأهداف النهائية للرقابة على الجودة.

3- اشرح الاهتمامات الرئيسية لنظام الرقابة على الجودة.

4- اشرح الخطوات المتبعة لتصميم نظام الرقابة على الجودة.

5- أوضح مفهوم حلقة الجودة وما هي مراحل تطورها وأهدافها.

6- اذكر أهم أدوات حل مشكلات الجودة، وأوضح مضمون أسلوب تحليل الأثر والسبب.

7- اشرح أنواع طرق الرقابة الإحصائية على الجودة.

8- مدير أحد الخطوط الإنتاجية في أحد مصانع الزيوت النباتية، يرغب في التحقق من مستوى الجودة لعبوات الزيوت من ناحية تمتعها بالوزن المطلوب فقام بسحب خمس عينات عشوائية من إنتاج أحد الأيام، وكل عينة تتكون من ثلاث مفردات ، وكانت نتائج القياس كالآتي:

رقم العينة	1	2	3	4	5
أوزان المفردات بالكيلو غرام	1.50 1.40 1.70	1.45 1.55 1.25	1.35 1.60 1.50	1.40 1.55 1.70	1.25 1.45 1.60

فإذا كان معلوماً بأن ثوابت حدود المراقبة هي: $B_3=0.030$ $A_1=1.410$

$B_4= 1.970$ $A_2=0.483$

$D_3=0$ $D_4 = 2.004$

المطلوب: رسم خارطة المراقبة الإحصائية على الجودة، مبيناً عليها واقع جودة الإنتاج وإبداء رأيك على الخارطة الناتجة.

9- قام مدير المطبخ وبتكليف من إدارة فندق الشام بفحص (50) وجبة طعام مقدمة للزبائن في اليوم الواحد وعلى مدى عشرة أيام من شهر آب (أغسطس) لعام 1999 ، وذلك للتحقق من مدى مطابقة مكونات كل وجبة للمكونات القياسية ، فكانت نتائج الفحص والقياس ممثلة بعدد الوجبات الغير مطابقة للمواصفات كالآتي:

اليوم	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
عدد الوجبات الغير مطابقة	5	7	3	10	6	2	1	12	9	3

المطلوب:

رسم خارطة مراقبة الجودة، والتمثيل الدقيقة للمستوى الفعلي للجودة على الخارطة مع شرح النتائج.

10- رئيس قسم مراقبة الجودة في شركة الحافظ لإنتاج البرادات (الثلاجات) قرر القيام بنفسه بمراقبة جودة الإنتاج، فقام بسحب (10) عينات عشوائية وبمعدل مفردة واحدة (براد واحد) في كل عينة، وذلك على مدى شهر تموز لعام 1999 وبمعدل عينة في كل ثلاثة أيام، وبنتيجة الفحص والقياس وجد أن عدد العيوب في كل براد كما يلي:

العينة(البراد)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
عدد العيوب في البراد الواحد	0	3	2	1	4	6	2	0	5	3

المطلوب: رسم خارطة مراقبة الجودة، وتثبيت نتائج الفحص عليها، والتعليق على الخط البياني الممثل لعدد العيوب.

قائمة المراجع

أولاً: المراجع العربية

أ- الكتب:

1- التميمي حسين عبدالله 1997، إدارة الإنتاج والعمليات (مدخل كمي) الطبعة الأولى، دار الفكر ، عمان.

2- حسن عادل 1.995، تخطيط ومراقبة الإنتاج، مركز الاسكندرية للكتاب، الاسكندرية.

3- حزوري نعيم 1990، التخطيط والرقابة في المشروع، منشورات جامعة حلب، حلب.

4- رجب عادل 1986، إدارة الإنتاج، منشورات جامعة حلب، حلب.

5- الزعبي فايز 1995، الرقابة الإدارية في منظمات الأعمال.

6- زمزير منعم حلوب 1995، إدارة الإنتاج والعمليات، دار زهران ، عمان.

7- زويلف مهدي، القطامين أحمد 1995، الرقابة الإدارية (مدخل كمي) دار حزين، عمان

8- زين الدين فريد عبد الفتاح 1997، تخطيط ومراقبة الإنتاج (مدخل إدارة الجودة)، جامعة الزقازيق.

9- شقرا أكرم 1995، إدارة الإنتاج والعمليات، منشورات جامعة دمشق، دمشق.

10- الصباح عبد الرحمن 1997، مبادئ الرقابة الإدارية، دار زهران ، عمان.

11- عبيدات سليمان خالد 1999 إدارة الإنتاج والعمليات، الطبعة الثانية، منشورات الجامعة الأردنية، عمان.

12- العلي إبراهيم 1985، بحوث العمليات، منشورات جامعة تشرين، اللاذقية.

13- علي حمدي فـؤاد 1982، الاتجاهـات الحديثـة في الإدارة، البرمجـة الخطيـة وبـيروت، دار النهـضة العربية، بيروت.

14- قاسم أحمد رفيق 1992، المدخل إلى بحوث العمليات، منشورات جامعة حلب، حلب.

15- ماضي محمد توفيق 1992 ، تخطيط ومراقبة الإنتاج، المكتب العربي الحديث، الإسكندرية.

16- ماضي محمد توفيق 1997، إدارة الإنتاج والعمليات، مدخل اتخاذ القرارات، جامعة الإسـكندرية ، الإسكندرية.

17- مشرقي حسن، القاضي زياد، 1997، بحوث العمليات، تحليل كمي في الإدارة، دار المسيرة، عمان.

18- مخيمر عبد العزيز جميل 1997، إدارة المـشتريات والمخـزون، الأسـس العلميـة، الـنماذج الكميـة، جامعة الملك سعود ، الرياض.

19- النجار محمد عدنان، 1993، إدارة المشتريات والتخزين ، منشورات جامعة دمشق، دمشق.

20- الور فوزي يوسف 1998، الإشراف والتنظيم الصناعي، الطبعة الأولى، دار صفاء، عمان.

ب- الأطروحات والدوريات:

1- الحسين محمد، السامرائي حـسين، 1996، الرقابـة الكميـة عـلى الجـودة الـشاملة، مجلـة بحـوث ، جامعة حلب، سلسلة العلوم الاقتصادية، العدد (19).

2- الشعيبي خالد منـصور 1416هــ مـدى اسـتخدام أسـاليب التنبـؤ في تقريـر حجـم الطلـب عـلى المنتجات الصناعية في مدينة جدة، مجلة الإدارة العامة، العدد الثاني.

ثانياً: المراجع الأجنبية

1- Chary S.N., 1994, production and operations management, new-Delhi.

2- Chase R., Aquilano N., 1995, Production and Operations Management; manufacturing and Services, 7th edition, Irwin.

3- Dervitsiotis K., 1981, Operations Management, Mc Graw-Hill, Inc, London.

4- Diloworth, J., 1996, Operations Management, 2nd edition, USA.

5- Everrett E., Adam, and others, 1992, production operations Management: Concepts, Models, and Behavior, 5th edition, prentice-hall Inc.

6- Gaither N., 1994, production and operations Management, 6th edition, the Drayden press.

7- Heizer J., Render B., 1996, Production operations Management; Strategic and Tactical Decisions; 4th edition, prentice-hall, Inc., New-Jersey, USA.

8- Monks J., 1985, Operations Management, Theory and problems, Mc Graw- Hill, Inc., USA.

9- Orlicky J., 1975 Material Requirements planning, Mc Graw-Hill, Inc, new-York, USA.

10- Russell R.S. Taylor III B.W., 1995, Production and operations Management, prentice-Hall, Inc., new-Jersey, USA.

11- Starr M.K., 1989, Managing production and operation, Englewood cliffs prentice-Hall, New-jersey, USA.

12- Stevenson W.J., 1993, Production and Operations Management, 4th edition, Irwin, Burr Ridge.

13- Tersine R., 1985 , Production . Operations Management, Concept structure, and Analysis, Mc Graw-Hill, Inc, New York, USA.

14- Tony Arnold J.R., 1996, Introduction to Materials Management, Prenctice-Hall Inc.,New Jersey, USA.

15- Wantnck K., 1989, Just In Time for America, South Field Mick, KWA. Media.

16- Waters D., 1996, operations Management: Producing goods and services, addison-wesley.

17- Wight O., 1974, Production and Inventory management in the computer Age, Cahners publishing Comp, USA.

18- Wild Ray, , 1995, Production and Operations Management: Text and cases, 5th edition, cassell Education LTD.,

قائمة المصطلحات

A	
Acceptance Range	مدى القبول
Addivity	الإضافية
Aggregate planning	التخطيط الإجمالي (التجميعي)
Aggregate Scheduling	الجدولة الإجمالية(التجميعية)
Algorithms	خوارزميات
Anticipated Inventory	الطلب المتوقع على المخزون
Assignment Method	طريقة التخصيص
Assumptions	افتراضات

B	
Back Ward Scheduling	الجدولة العكسية
Bill of Materials	قائمة المواد

C	
Capacity	الطاقة الإنتاجية
Capacity Planning	تخطيط الطاقة الإنتاجية
Carrying Cost	كلفة الاحتفاظ بالمخزون
Causal Errors	الأخطاء السببية
Cellular Manufacturing	التصنيع الخلوي
Central Limit	حد الرقابة المتوسط

Certainity	حالة التأكد
Confermance Quality	جودة المطابقة
Constraints	القيود
Continuous Control	الرقابة المستمرة
Controlling	المراقبة
Critical Path Method: CPM	طريقة المسار الحرج
Critical Points	النقاط الحرجة

D

Decision Variabls	متغيرات القرار
Deffective Parts	الأجزاء المعيبة
Degeneracy	الانحلال (التحلل)
Delphi Technique	أسلوب دلفي
Dependent Demand	الطلب التابع
Design Quality	جودة التصميم
Duality	الثنائية (المرافق) في البرمجة الخطية
Dummy Column	العمود الوهمي
Dummy Raw	الصف الوهمي
Dynamic Pattern	نمط التدفق المتحرك
Dynamic Programming	البرمجة الديناميكية

E

Economic order Quantity: EOQ	الكمية الاقتصادية للطلب
Electronic – Mail: E-Mail	البريد الإلكتروني

Entering Variable	المتغير الداخل
Event	حدث أو فعالية
Expediting	التشهيل

F

Families of Parts	عوائل الأجزاء
Finished goods	السلع الجاهزة
First-come-First served: FCFS	الوارد أولاً يخدم أولاً
Fluctuating Demand	الطلب المتقلب
Flow-shop Type	نمط انسياب ثابت
Forecasting	التنبؤ
Forecasting Errors	أخطاء التنبؤ
Forward Scheduling	الجدولة الأمامية
Fractional	القيم الكسرية
Full Automation	الأتمتة الكاملة

G

Grade	رتبة المنتوج
Graphical Method	الطريقة البيانية

H

Handling	المناولة
Hiring and Layoffs	التعيين والتسريح

I

Idle Time	الوقت العاطل

Independent Demand	الطلب المستقل
Integration	التكامل
Inventory Control	الرقابة على المخزون (ضبط المخزون)
Inventory Costs	تكاليف التخزين
Inventory Management	إدارة المخزون
Inventory Models	نماذج المخزون
Inventory Types	أنماط المخزون

J

Job	الأمر الإنتاجي الوظيفة
Job-Shop Pattern	نمط الأمر الإنتاجي
Just in Time Production: JIT	الإنتاج الآني (في ذات اللحظة)
JiT purchasing	الشراء في ذات اللحظة

L

Last-In-First-Out: LIFO	الوارد أخيراً يخدم أوله
Lead Time	فترة إعادة الشراء
Least Cost Method	طريقة اقل تكلفة
Leaving Variable	المتغير الخارج
Linearity	الخطية
Linear Programming	البرمجة الخطية
Loading	التحميل
Lower Control Limit: LCL	حد الرقابة الأدنى

M

Maintenance	الصيانة
Manpower	قوة العمل
Marketing Researchs	بحوث التسويق
Market Tests	اختبارات السوق
Master Inventory File: MIF.	قائمة المخزون الرئيسية
Master Production Scheduling	جدولة الإنتاج الرئيسية
Materials Management	إدارة المواد
Material Requirements Planning: MRP	تخطيط المستلزمات المادية
Maximization	التعظيم (التقصية)
Measuring by Attributes	قياس الخصائص
Measuring by variabls	قياس المتغيرات
Minimization	التقليل (التخفيض)
Modified Distribution method: MODI	طريقة التوزيع المعدلة
Money	الأموال
M-Technique	تقنية م

N

Noninteger	القيم غير الصحيحة
Normal distribution	التوزيع الطبيعي
North-west-corner Method	طريقة الركن الشمالي الغربي

O

Operations	العمليات
Operations scheduling	جدولة العمليات

Ordering Cost	تكلفة إعداد الطلبية
Over Production	الإنتاج الزائد
Overtime cost	تكلفة الوقت الإضافي

P

Performance Crateria	معيار الأداء
Performance Quality	جودة الأداء
Periodic control	الرقابة الدورية
Pivot Column	العمود المحوري
Pivot element	العنصر المحوري
Pivot raw	الصف المحوري
Planning Horizon	مدى التخطيط
Production Mix	المزيج الإنتاجي
Production Quality	جودة الإنتاج
Product Structure File: PSF	قائمة بنية المنتوج
Product Tree	شجرة المنتوج
Proportionality	التناسبية
Purchased Parts	الأجزاء المشتراة

Q

Quality Circles	حلقات الجودة
Quality Control	ضبط الجودة
Qualitative Techniques	الطرق النوعية

Quantity Discount	خصم الكمية
Quantitative Methods	الطرق الكمية
Queuing Theory	نظرية الطوابير

R	
Random Errors	الأخطاء العشوائية
Random Orders	الأوامر العشوائية
Raw Materials	المواد الخام
Regular Payroll	أجور الوقت الأصلي
Reliability	الاعتمادية
Reoder Level	مستوى إعادة الطلب
Reoder Point	نقطة إعادة الطلب

S	
Safety Stock	مخزون الأمان
Salesmen Estimates	تقديرات رجال البيع
Scheduling	الجدولة
Sensitivity Analysis	تحليل الحساسية
Sequencing	التتابع
Shortage Cost	تكلفة نقص المواد
Shortest operation Time: SOT.	أقصر زمن للتشغيل
Simple Average Method	طريقة المتوسط البسيط
Simple Moving Average Method	طريقة الوسط المتحرك البسيط
Simplex Method	طريقة السمبلكس (المبسطة)
Skills Bank	بنك المهارات
Slack Variable	المتغير الفائض
Smoothing	التمهيد (الانسياب الناعم)

Speculation	المضاربة
Standard Form	الصيغة القياسية
Static pattern	النمط الساكن
Statistical Charts	الخرائط الإحصائية
Statistical Controlling	المراقبة الإحصائية
Stepping-Stone Method	طريقة الحجر المتنقل
Stock-out	نفاذ المخزون
Supply	العرض
Suppliers	الموردين

T

The Expertis panel	لجنة الخبراء
The Linear Decision Rule	قاعدة القرار الخطي
Timing	التوقيت
Transportation Method	طريقة النقل
Trend Adjustment	تعديل الاتجاه العام
Trial-Error Techique	أسلوب التجربة والخطأ
Tools	أدوات
Total Quality Management:TQM	إدارة الجودة الشاملة
Total Productive Maintenance	الصيانة الإنتاجية الكلية
Two-Phase Algorithm	خوارزمية الحل على مرحلتين

U

Updating	تحديث
Upper Control Limit: UCL.	حد الرقابة الأعلى

W

Warning Limits	حدود التحذير

Work Tasks	مهام العمل

V

Vogel's Method	طريقة فوجل

تخطيط الإنتاج

ومراقبته

ISBN 995718293-5
9789957182939

دار المناهج للنشر والتوزيع
Dar Al-Manahej Publishers

عمان-شارع الملك الحسين- عمارة الشركة المتحدة للتأمين
هاتف ٤٦٥٠٦٢٤ ص. ب ٢١٥٣٠٨ عمان ١١١٢٢ الأردن

www.daralmanahej.com
info@daralmanahej.com